Léo Errera

SHOUT
SHARE
IT

QK1
P48
1905
v.23

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

BAND XXIII.

MIT 21 TAFELN UND 16 HOLZSCHNITTEN.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 1.

yellow: 9 3/4 x 6 1/8

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 1.

MIT TAFEL I.

AUSGEGEBEN AM 23. FEBRUAR 1905.

BERLIN,

GEBRÜDER BORNTRÆGER,

1905.

Inhaltsangabe zu Heft 1.

Seite
Sitzung vom 27. Januar 1905 1

Mitteilungen:

1. Hans Molisch: Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. (Mit einer Abbildung) 2
2. D. Prianischnikow: Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 8
3. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 18
4. F. Heydrich: Polystrata, eine Squamariacee aus den Tropen. (Mit Tafel I) 30
5. H. C. Schellenberg: Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen 36
6. Hans Winkler: Über regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von Passiflora coerulea L. (Mit einer Abbildung) 45
7. Julius Wiesner: Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung. (Mit einer Abbildung) 49

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 24. Februar 1905,

abends 7 Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 27. Januar 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Grafe, Dr. **Victor,** in **Wien,** Pflanzenphysiologisches Institut der k. k. Universität, I., Reichsratstr. 29 (durch J. WIESNER und K. LINSBAUER),

von Oven, Dr. **E.,** Assistent an der pflanzenphysiologischen Abteilung der königlichen Gärtnerlehranstalt zu **Dahlem** bei Berlin (durch (CARL MÜLLER und OTTO APPEL),

Paeckelmann, W., cand. phil. in **Kassel,** Kleine Rosenstr. 2, III (durch ARTHUR MEYER und CARL MÜLLER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Japp, Professor in **Aberystwyth,**
Maurizio, Dr., in **Zürich.**

Am 4. Januar d. J. beging einer der Mitbegründer der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Herr Geheimrat Prof. Dr. PAUL ASCHERSON das Fest seines 50jährigen medizinischen Doktor-Jubiläums. Als langjähriges Mitglied der Redaktions-Kommission und der Kommission für die Flora von Deutschland hat sich derselbe vielseitige Verdienste um unsere Gesellschaft erworben. Der Präsident, Herr SCHWENDENER, welchem sich mehrere andere Vorstandsmitglieder angeschlossen hatten, sprach dem Jubilar unsere herzlichsten Glückwünsche aus.

Am 21. Januar d. J. starb in Elberfeld Herr

Dr. **J. A. Schmidt,**

weiland Professor der Botanik in Heidelberg, im 83. Lebensjahre. Um das Andenken des Entschlafenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

I. Hans Molisch: Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 1. Januar 1905.

In jüngster Zeit haben DIXON und WIGHAM[1]) Versuche über die Einwirkung von Radiumstrahlen auf Pflanzen angestellt. Sie fanden, dass Radiumstrahlen auf kleine Entfernungen (bis 1 *cm*) eine zwar geringe Verlangsamung des Wachstums und eine geringe Hemmung in der Entwicklung der Wurzelhaare hervorriefen, aber weder heliotropische, noch sonstige Krümmungen. Auch konnte, als *Volvox globator* in passender Weise der Einwirkung eines Radiumröhrchens ausgesetzt wurde, keinerlei Anziehung oder Abstossung wahrgenommen werden. Einen wesentlichen Einfluss scheinen daher nach DIXON die von Radiumbromid ausgesandten Strahlungen innerhalb der durchgeführten Versuchsreihen auf die untersuchten Pflanzen nicht auszuüben, auch zeigte das vom Radiumbromid ausgehende Licht keine heliotropische, noch phototaktische Wirkung.

Hingegen konnte DIXON gemeinsam mit WIGHAM nachweisen, das Agarkulturen von *Bacillus pyocyaneus*, *B. typhosus*, *B. prodigiosus* und *B. anthracis* unter der Einwirkung des Radiumbromids auf geringe Entfernungen eine deutliche Hemmung in ihrer Entwicklung erfuhren.

Kurze Zeit nach dem Erscheinen der DIXON-WIGHAM'schen Arbeit veröffentlichte KOERNICKE[2]) eingehende Untersuchungen über den Einfluss der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum, auf welche ich schon wegen der hier sorgfältig zusammengestellten einschlägigen Literatur verweise. Ich brauche auf diese Untersuchungen nicht einzugehen, weil sich meine Mitteilung in einer anderen Bahn bewegt und nur den Zweck verfolgt zu zeigen, ob die von den Radiumpräparaten ausgehenden Strahlungen bezw. das von diesen Präparaten ausstrahlende Licht Krümmungen oder Heliotropismus hervorzurufen vermag.

---

[1]) HENRY H. DIXON and J. T. WIGHAM, Preliminary Note on the action of the radiations from radium bromide on some organisms. Scientific proceedings of the royal Dublin society. Vol. X. (N. S.) part II, Nr. 19. Ein Referat darüber in Naturw. Rundschau, 1904, S. 67–68.

[2]) M. KOERNICKE, Die Wirkung der Radiumstrahlen auf die Keimung und das Wachstum. Ber. der Deutschen Bot. Ges., 1904, S. 155.

Ich verwandte zu meinen Versuchen zunächst 0,1 *g* eines Radiumpräparates im zugeschmolzenen Glasröhrchen, gekauft bei der Société centrale de produits chimiques in Paris, rue des écoles 42 et 44, um den Preis von 35 Francs. Das Präparat besitzt nach Angabe der Fabrik eine Aktivität von 3000. Es leuchtet auch jetzt noch nach einem Jahre für ein dunkel adaptiertes Auge deutlich und bringt einen Baryumplatincyanürschirm selbst durch verschiedene undurchsichtige Körper hindurch zum Phosphoreszieren. Mit diesem Präparate konnte ich, obwohl ich mit viel empfindlicheren Pflanzen arbeitete als DIXON, gleichfalls keinerlei Krümmungen erzielen, auch nicht bei der in so hohem Grade empfindlichen Wicke oder Linse. Ich kam also in dieser Beziehung zu demselben Resultat wie DIXON. Trotzdem möchte ich mich aber noch vorläufig eines abschliessenden Urteils enthalten, da ich bislang mit sehr stark aktiven Radiumpräparaten ihres hohen Preises wegen noch nicht experimentieren konnte. Wenn man bedenkt, dass das Licht radiumhaltiger Baryumverbindungen immerhin so stark sein kann, dass man es im Halbdunkel oder in einem mit Gas erleuchteten Zimmer sieht, ja dass man dabei sogar lesen kann[1]), so wird es nicht ganz unwahrscheinlich, dass durch sehr intensiv wirkende, stark leuchtende Präparate doch heliotropische oder andere Krümmungen erzielt werden könnten. Bleibt dies vorläufig noch zweifelhaft, so habe ich mir hingegen den exakten Beweis verschafft, dass Radium indirekt sehr deutlichen positiven Heliotropismus hervorzurufen vermag.

Bekanntlich hat das Ehepaar CURIE zuerst die Erscheinung entdeckt, dass die von den radioaktiven Substanzen ausgesendeten Strahlen die Phosphoreszenz gewisser Körper erregen. Baryumplatincyanür und Zinkblende eignen sich ganz besonders für derartige Versuche. Während aber ein Baryumplatincyanürschirm nur so lange leuchtet als er dem Radium ausgesetzt ist, hält bei der Zinkblende die Phosphoreszenz längere Zeit an. Wenn man ein Radiumpräparat mit pulverisierter Zinkblende mischt und in einem Glasröhrchen luftdicht einschliesst, so erhält man ein Pulver, das, ohne dass es dem Licht ausgesetzt zu werden braucht, andauernd leuchtet, und zwar so hell, dass man das Licht, wenn man aus dem Tageslicht in die Dunkelkammer tritt, sofort oder nach einigen Augenblicken wahrnimmt. Ein solches Röhrchen, bestehend aus einer Mischung von Radium und Zinksulfid, welches eine dauernde

---

[1]) MME. CURIE, Untersuchungen über die radioaktiven Substanzen, Braunschweig 1904, S. 82. in „Die Wissenschaft“, Sammlung naturwissenschaftlicher und mathematischer Monographien, Heft I.

Phosphoreszenz infolge der Gegenwart des Radiums zeigt, liefert die vorhin genannte Gesellschaft in Paris um den Preis von 25 Franks. Das Röhrchen stellt ein andauernd leuchtendes Lämpchen dar. Wenn es gelänge, die Lichtintensität solcher Mischungen zu steigern, so hätte dies eine grosse praktische Bedeutung.

Das Licht eines solchen Röhrchens erinnert bei Betrachtung mit freiem Auge an das Licht schwachleuchtender Bakterien, bei mikroskopischer Betrachtung aber gibt sich bei Anwendung einer Vergrösserung von etwa 50 ein auffallender Unterschied zwischen diesem Phosphoreszenzlicht und dem Bakterienlicht zu erkennen. Während das Bakterienlicht stets gleichmässig ruhig, niemals funkelnd oder wallend ist[1]), zeigt das Röhrchen das prächtige CROOKES'sche Phänomen, jene eigentümliche funkelnde und glitzernde Phosphoreszenz, die eintritt, wenn man ein Radiumkörnchen einem Zinkblendeschirm auf sehr kleine Entfernungen nähert. Auf dem Schirme erscheinen dann bekanntlich bei schwacher Vergrösserung zahlreiche aufblitzende und wieder verschwindende Funken, die, solange sich der Schirm in der Wirkungssphäre des Radiums befindet, immer wieder auftauchen und winzigen Sternschnuppen gleich wieder verschwinden.

In dem Röhrchen sah ich nun unterm Mikroskope ein ähnliches Phänomen, es erinnerte aber nicht so sehr an aufblitzende Sterne, sondern an ein kontinuierliches Wetterleuchten, das durch matte plötzlich auftauchende und wieder verschwindende Blitze erzeugt wird.

Mit einem solchen andauernd relativ starkleuchtenden Radiumzinkblenderöhrchen machte ich die folgenden Versuche.

Vicia sativa.

In einen Blumentopf wurden sechs gequollene Samen der Saatwicke so gepflanzt, dass sie in einer geraden Linie (im Durchmesser) standen. Der Blumentopf stand vor Licht auf das Sorgfältigste geschützt zunächst im warmen Gewächshaus. Sobald die Keimlinge eine Höhe von 2—3 *cm* erreicht hatten, wurden sie ins Laboratorium gebracht. Sodann wurde das leuchtende Röhrchen parallel zur Reihe der Keimlinge in der Höhe der Endknospen horizontal befestigt und das Ganze mit einem doppelten Blechsturz verfinstert. Während der ganzen Manipulation wurde sorgfältig darauf geachtet, dass die Keimlinge so wenig als möglich dem Tageslicht ausgesetzt waren, damit durch dasselbe ja kein Heliotropismus induziert werde.

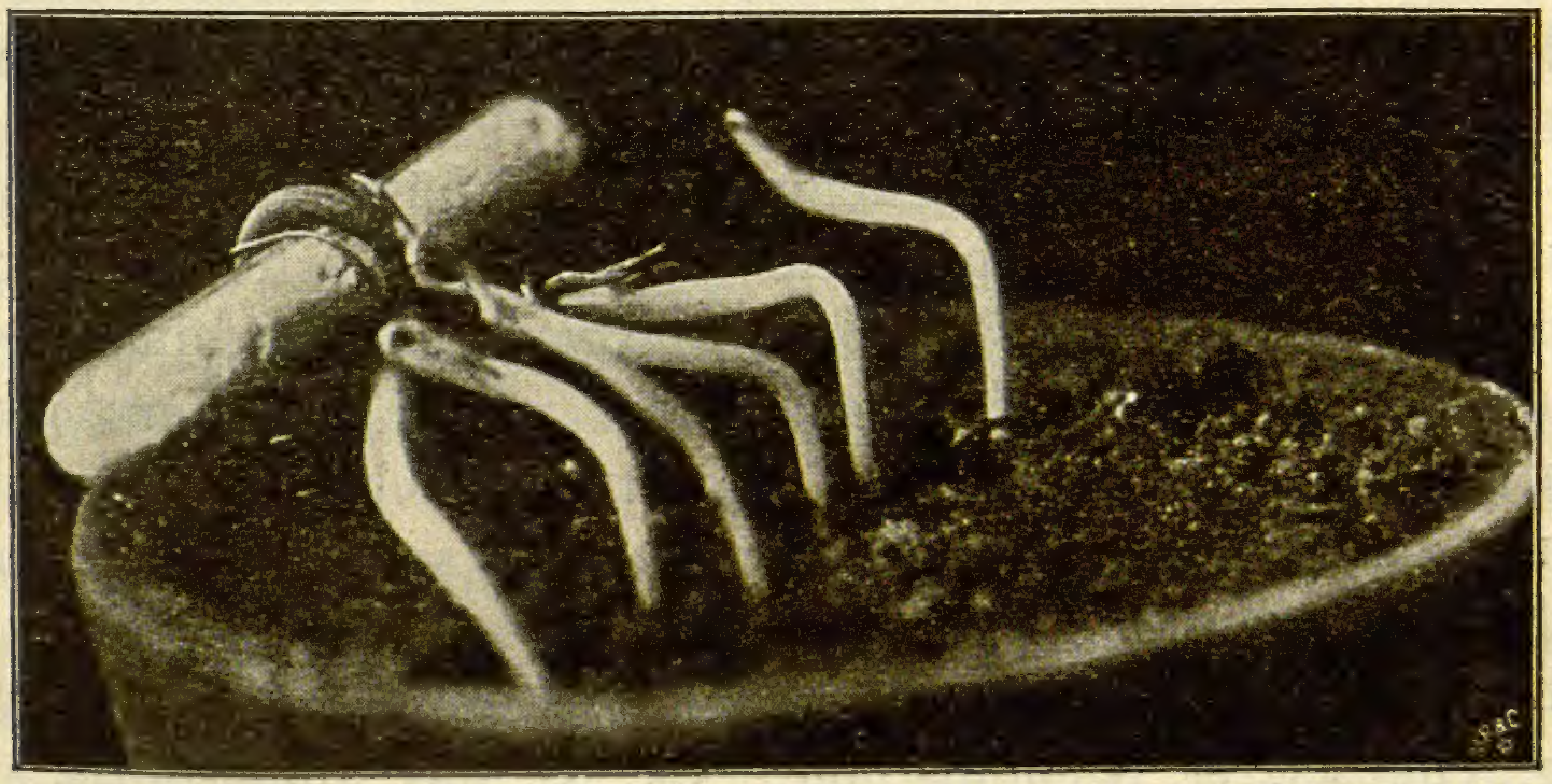
Bei gewöhnlicher Zimmertemperatur (16—20° C.) zeigten alle Keimlinge schon nach 24 Stunden eine deutliche Krümmung zum

---

1) H. MOLISCH, Leuchten der Pflanzen. Eine physiologische Studie, Jena 1904, S. 124.

Röhrchen hin, nach drei Tagen waren sie alle fast horizontal zum Röhrchen hingewachsen. In diesem Stadium wurden die Keimlinge photographiert. (Siehe die beistehende Abbildung.) Die Entfernung der Keimlinge vom Röhrchen darf keine grosse sein; in dem eben geschilderten Versuche betrug sie 3 *cm*. Der Versuch gab bei fünfmaliger Wiederholung im wesentlichen dasselbe Resultat. Er wurde auch derart variiert, dass das Röhrchen mitten zwischen zwei Reihen von Keimlingen, gewissermassen in einer Allee von solchen horizontal aufgehängt wurde. Die Keimlinge wuchsen dann in entgegengesetzter Richtung dem leuchtenden Röhrchen zu.

Waren die Keimlinge mehr als 7 *cm* vom Röhrchen entfernt, so war kein oder nur äusserst schwacher Heliotropismus zu beobachten.



Positiver Heliotropismus von Wickenkeimlingen, indirekt hervorgerufen durch Radium.

Ervum Lens.

Die Versuchsanstellung war genau dieselbe wie bei dem vorigen Versuch. Die Entfernung der Linsen vom Röhrchen war 2 *cm*. Nach 24 Stunden waren alle Keimlinge nach dem Röhrchen gekrümmt. Stellt man die Keimlinge weiter entfernt vom Röhrchen auf, so reagieren sie wegen der abnehmenden Lichtintensität nicht mehr.

Als ich denselben Versuch ausführte, jedoch mit dem Unterschied, dass das Röhrchen mit einer dreifachen Lage von schwarzem Papier umwickelt wurde, trat kein Heliotropismus auf. In mehreren Fällen wurde nur die eine Hälfte des Röhrchens mit schwarzem Papier umgeben; es krümmten sich dann nur die vor der unbedeckten Hälfte des Röhrchens befindlichen Keimlinge positiv heliotropisch, die vor der bedeckten Hälfte aber nicht.

Helianthus annuus.

Die Keimlinge dieser Pflanze sind im Vergleich zu der Wicke und Linse wenig heliotropisch, der starke negative Geotropismus arbeitet hier dem Zustandekommen des Heliotropismus energisch entgegen. Ich war daher nicht überrascht, als ich mit Sonnenblumenkeimlingen durchweg negative Resultate erhielt.

Phycomyces nitens.

Zwei Brotwürfel, deren Kanten je 3 *cm* lang waren, wurden mit den Sporen von dem genannten Pilz geimpft. Um das Aufkommen anderer Schimmelpilze zu verhindern, genügt es für unsere Zwecke den Würfel vor der Impfung auf etwa 10 Sekunden in siedendes Leitungswasser zu tauchen. Sobald die in völliger Finsternis kultivierten Sporangienträger eine Höhe von $^1/_2$—1 *cm* erreicht hatten, stellte ich sie beiderseits vor dem horizontal hängenden Röhrchen so auf, dass das Röhrchen gleich weit von beiden Würfeln entfernt war. Die Entfernung der dem Röhrchen zugewandten Würfelfläche betrug 2 *cm*, die der abgewandten 5 *cm*. Sonst waren die Versuchsbedingungen genau so wie bei den früheren Versuchen mit Keimlingen.

Nach einem Tage schon sieht man, wie sowohl die näheren als auch die entfernteren Fruchtträger auf das Röhrchen positiv heliotropisch zuwachsen und zwar von den gegenüberstehenden Würfeln in entgegengesetzter Richtung her. Es ist das gleichzeitig ein Beweis, dass es sich hier nicht etwa um einen durch das Tageslicht induzierten Heliotropismus handelt. Der Versuch ergab bei mehrfacher Wiederholung stets dasselbe Resultat. Der Pilz reagierte noch in einer Entfernung von 5 *cm*. Wurde das Röhrchen mit schwarzem Papier umwickelt, so blieben die Fruchtträger gerade.

Da das Radiumpräparat für sich allein keinerlei Krümmungen hervorrief, das mit Zinkblende vermischte Radiumpräparat aber sehr deutliche, so erscheint es wohl sicher, dass nicht die α-, β- oder γ-Strahlen des Radiums die Krümmungen bedingen, sondern dass diese Wirkung von dem durch das Radium erregten Phosphoreszenzlicht der Zinkblende ausgeht. Es handelt sich also hier um eine indirekte Leistung des Radiums, es handelt sich hier um Heliotropismus, direkt hervorgerufen durch das Leuchten der Zinkblende und indirekt bedingt durch das Radium, denn dieses erregt die Phosphoreszenz der Blende.

Dieses Ergebnis darf nicht überraschen. Bereits ein Schüler von mir, Herr Prof. Dr. P. KLEOPHAS HOFMANN[1]) hat, angeregt durch meine Versuche über den Heliotropismus im Bakterienlichte[2]), gezeigt, dass das Phosphoreszenzlicht mineralischer Substanzen im Stande ist, Heliotropismus hervorzurufen. Er experimentierte mit den bekannten käuflichen, in Glasröhrchen eingeschlossenen Leuchtpulvern, die nach Belichtung im Finstern längere Zeit phosphoreszieren. Vor solche, von Zeit zu Zeit belichtete Röhrchen stellte HOFMANN im Finstern Keimlinge der Wicke, Erbse, Linse und Sonnenblume und konnte bei allen mit Ausnahme der Sonnenblume deutlichen positiven Heliotropismus feststellen.

Ich habe schon gelegentlich meiner Versuche über den Heliotropismus im Bakterienlichte die sonderbare Beobachtung gemacht, dass derartige Versuche, in der Laboratoriumsluft durchgeführt, sehr leicht und prägnant gelingen, hingegen schlecht oder gar nicht in der Luft eines Gewächshauses. Ich sprach mich darüber folgendermassen aus[3]): „Bekanntlich werden durch minimale Spuren von Leuchtgas und anderen Körpern, die sich fast ständig in der Laboratoriumsluft vorfinden, gewisse Keimlinge[4]) (Erbse, Linse, Wicke, Kartoffel) in ihrem Längenwachstum gehemmt und im Dickenwachstum gefördert und zu abnormen Krümmungen veranlasst. Sie wachsen nicht mehr aufrecht, sondern mehr minder horizontal, der negative Geotropismus scheint unter dem Einflusse der Luftverunreinigungen wie ausgelöscht und, da er dem Heliotropismus nicht entgegenwirkt, kommt dieser in grösserer Reinheit zur Geltung.“

Genau dasselbe habe ich nun auch bei meinen jetzigen Versuchen im Phosphoreszenzlichte beobachtet. Während die Versuche mit Linse, Erbse und Wicke in der Laboratoriumsluft sehr gut gelingen, versagen sie im Gewächshause gewöhnlich vollständig. Es ist dies ein lehrreiches Beispiel dafür, von welchen Nebenumständen der Ausfall eines physiologischen Experimentes oft abhängt.

Die Spuren von Leuchtgas und anderen Verunreinigungen flüchtiger Natur, die sich in der Luft des Laboratoriums vorfinden, genügen, um die Reizbarkeit des Plasmas so zu beeinflussen, dass die Stengel der genannten Keimlinge keinen negativen Geotropismus mehr zeigen. Mit dem Ausschalten des negativen Geotropismus stellt sich gleichzeitig eine so hochgradige heliotropische Empfindlichkeit ein, dass es unter diesen Umständen gelingt, gewisse Pflanzen noch zu heliotropischen Bewegungen zu veranlassen, die unter normalen Verhältnissen dazu nicht mehr befähigt sind.

---

[1]) HOFMANN, K., Heliotropismus im Phosphoreszenzlichte mineralischer Substanzen. Jahresbericht des Privatgymnasiums in Duppau, 1902/03. S. 33–38.

[2]) MOLISCH, H., Über Heliotropismus im Bakterienlichte. Sitzungsberichte der kais. Wiener Akad. der Wissensch. Math.-naturw. Kl. Bd. CXI, Abt. I. 1902. S. 141.

[3]) MOLISCH, H., Leuchtende Pflanzen, l. c. S. 145.

[4]) MOLISCH, H., Über die Ablenkung der Wurzeln von ihrer normalen Wachstumsrichtung durch Gase (Aërotropismus). Sitzungsber. der kais. Wiener. Akad. der Wissensch. Mathem.-naturw. Kl. Bd. XC. Abt. I. 1884, S. 188.

NELJUBOW, D., Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* usw. Bot. Centralbl. Beihefte Bd. X. Heft 3. 1901.

RICHTER, OSWALD, Pflanzenwachstum und Laboratiumsluft. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1903, S. 180.

SINGER, M., Über den Einfluss der Laboratiumsluft auf das Wachstum der Kartoffelsprosse. Ebend. S. 175.

Wir stehen — und dies verdient meiner Meinung nach die Aufmerksamkeit der Physiologen — hier vor dem interessanten Falle, dass eine Spur von Gift die Reizbarkeit gegenüber der Schwerkraft modifiziert oder geradezu aufhebt[1]), ohne gleichzeitig die Reizbarkeit für das Licht in gleicher Weise zu beeinflussen. Unter diese Kategorien von Erscheinungen gehört wahrscheinlich auch die Tatsache, dass die Wurzeln mancher Keimlinge (Mais) in einer mit Leuchtgas vermischten Luft, anstatt sich geotropisch zu krümmen, gewöhnlich desorientiert wachsen und ganz unregelmässige, von der Vertikalen abweichende Krümmungen ausführen, wie ich bereits vor 20 Jahren gezeigt habe[2]).

Prag, Pflanzenphysiol. Institut der k. k. deutschen Universität.

2. D. Prianischnikow: Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 17. Januar 1905.

Unsere Versuche vom Jahre 1900[3]) haben mit Deutlichkeit gezeigt, dass die Einführung von Ammoniaksalzen in Nährgemisch die Bedingungen der Phosphorsäureaufnahme wesentlich verändert, indem sogar die schwerstlöslichen Phosphate (z. B. apatitähnliches Rohphosphat oder Phosphorit) den Gramineen leicht zugänglich werden, während bei ausschliesslicher Salpeterernährung die Gramineen von solchen Rohphosphaten[1]) fast nichts aufnehmen können. Wir wollen die wichtigsten Resultate der Sandkulturen, die uns zu diesem Schlusse führten, hier kurz erwähnen:

---

[1]) Auch vom Standpunkte der divergierenden Meinungen über die Berechtigung der Statolithentheorie verdient die Sache Beachtung.

[2]) MOLISCH, H., Über die Ablenkung der Wurzeln usw. l. c. S. 183.

[3]) Vergl. unsere Abhandlung in „Landwirtsch. Versuchsstationen“ 1901, Bd. 46.

I. Serie. Hafer.

P_2O_5-Quelle . . .	Phosphorit						KH_2PO_4
N-Quelle	$NaNO_3$	$^3/_4$ $NaNO_3$ $^1/_4$ $(NH_4)_2SO_4$	$^1/_2$ $NaNO_3$ $^1/_2$ $(NH_4)_2SO_4$	$^1/_4$ $NaNO_3$ $^3/_4$ $(NH_4)_2SO_4$	$(NH_4)_2SO_4$	NH_4NO_3	$NaNO_3$
Erntegewicht in Gramm .	6,9	**22,0**	20,5	19.2	1,6	18,9	19,8
P_2O_5 in Prozent.	0,09	0,30	0,57	0,92	**1,46**	0,56	0,53
Totalmenge von P_2O_5 in den Pflanzen in Milligramm	6,2	66,0	116,8	**176,6**	21,1	105,4	104,8

II. Serie. Gerste.

Phosphorsäurequelle . . .	Phosphorit		
Stickstoffquelle.	$Ca(NO_3)_2$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$
Erntegewicht in Gramm	7,2	**44,8**	1,6
P_2O_5 (total) in Milligramm . . .	11,4	**151,1**	1,7

Diese Resultate haben wir auf folgende Weise zu erklären versucht: Ammoniumsulfat ist ein „physiologisch-saures“ Salz [im Sinne des von ADOLF MEYER gebrauchten Ausdruckes[2])], und diese Eigenschaft ist so scharf ausgeprägt, dass die Pflanzen von saurer Reaktion leiden, wenn die ganze Stickstoffmenge statt Salpeter als Ammoniumsulfat gegeben wird; wenn aber Salpeter nur teilweise durch $(NH_4)_2SO_4$ ersetzt wird, dann wird die übrigbleibende Schwefelsäure durch dreibasisches Calciumphosphat abgestumpft und zugleich ein Teil Phosphorsäure in Lösung übergeführt und den Wurzeln zugänglich gemacht.

Es schien, als ob die physiologisch-sauren Eigenschaften des

---

[1]) In dieser Beziehung ist das Rohphosphat streng zu unterscheiden von frisch gefälltem $Ca_3(PO_4)_2$, weil das letztere gut assimilierbar ist, sogar für die Gramineen. Es gibt aber Pflanzen, welche gegen die Form der Phosphorsäureverbindung nicht so empfindlich sind und sogar den Phosphorit ausnutzen können, wie z. B. Lupinen (eingehender a. a. O.).

[2]) Das heisst, dass die Base dieses Salzes von der Pflanze viel schneller verbraucht wird als die Säure: darum bekommt das die Wurzeln umgebende Medium eine saure Reaktion.

Ammoniumsulfates viel schärfer ausgeprägt seien als die entsprechende „physiologische Alkalinität“ des Natriumnitrates, weil ein Gemisch von $NaNO_3$ und $(NH_4)_2SO_4$ (sowie auch NH_4NO_3 allein) noch eine klare auflösende Wirkung auf Rohphosphat in Sandkulturen ausübte.

Im Jahre 1901 wurden diese Versuche mit verschiedenen Pflanzen und nach etwas verändertem Schema wiederholt, um die Reaktion im Sande beim Schlusse des Versuches mittels Lackmuspapier zu prüfen und den Zusammenhang zwischen dieser Reaktion und der Zusammensetzung der Lösung zu beobachten, zugleich auch, um zu beurteilen, wie sich verschiedene Pflanzen gegen die Abweichung von der Neutralreaktion verhalten. Verschiedene Stickstoff- und Phosphorsäurequellen haben dabei einander folgenderweise ersetzt:

I.	II.	III.	IV.	V.
$Ca(NO_3)_2$	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH)_4)_2SO_4$
KH_2PO_4	$CaHPO_4$	$CaHPO_4$	$CaHPO_4$	$CaHPO_4$
	(+ K_2SO_4)	(+ K_2SO_4)	(+ K_2SO_4)	(+ K_2SO_4)

VI.	VII.	VIII.	IX.
$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$	$(NH_4)_2SO_4$
Rohphosphat	Rohphosphat	Rohphosphat	Rohphosphat
(+ K_2SO_4 und $CaSO_4$)	(+ K_2SO_4 und $CaSO_4$)	(+ K_2SO_4 und $CaSO_4$)	(+ $CaCO_3$ und K_2SO_4)

Der andere Teil des Salzgemisches (KCl, $MgSO_4$, Fe_2Cl_6) blieb für alle Fälle unverändert. Für ein Gefäss mit 4 *kg* reinem Quarzsand[1]) wurden folgende Mengen von Salzen (wasserfrei berechnet) angewandt: 1,968 *g* $Ca(NO_3)_2$, 1,840 *g* $NaNO_3$, 0,870 *g* NH_4NO_3, 1,440 *g* $(NH_4)_2SO_4$, 0,688 *g* $CaHPO_4$, 0,544 *g* KH_2PO_4, 3,850 *g* Phosphorit[2]), 0,300 *g* KCl, 0,350 *g* K_2SO_4, 0,240 *g* $MgSO_4$, 0,100 *g* Fe_2Cl_6, 1,850 *g* $CaSO_4$, 1,2 *g* $CaCO_3$.

Es waren für jede Kombination immer zwei Gefässe bestimmt. Bei der Ernte wurden die Pflanzen in lufttrockenem Zustande gewogen, und für jedes Gefäss ausser dem Gesamtgewicht auch Korn- und Wurzelgewicht bestimmt; wegen der Kürze aber geben wir in nebenstehender Tabelle (S. 11) nur die Gesamtgewichte wieder.

Man kann beobachten, dass der Ersatz von $Ca(NO_3)_2$ durch Natronsalpeter die Alkalinität in der Nährlösung am Schlusse des Versuches erhöht[3]), was in einigen Fällen die Ernte herabdrückte, nämlich in Fällen von Buchweizen und Lein; die Gramineen waren für solchen Ersatz weniger empfindlich. Der Übergang von Salpeter zu den Ammoniumsalzen wurde von einem Verschwinden der alkalischen

---

1) Mit Salzsäure ausgewaschen.

2) 14,8 pCt. P_2O_5 enthaltend.

3) Wahrscheinlich durch die Bildung einer gewissen Menge von Na_2CO_3 statt $CaCO_3$.

Ernteergebnisse.

	I. $Ca(NO_3)_2$ KH_2PO_4	II. $Ca(NO_3)_2$ $CaHPO_4$	III. $NaNO_3$ $CaHPO_4$	IV. NH_4NO_3 $CaHPO_4$	V. $(NH_4)_2SO_4$ $CaHPO_4$	VI. $NaNO_3$ Roh-phosphat	VII. NH_4NO_3 Roh-phosphat	VIII. $(NH_4)_2SO_4$ Roh-phosphat	IX. $(NH_4)_2SO_4$ Rohphosphat + $CaCO_3$
Gerste: 1.	21,4 *g*	16,3 *g*	17,5 *g*	16,0 *g*	0,99 *g*	5,4 *g*	16,7 *g*	3,1 *g*	9,6 *g*
2.	19,1 „	19,2 „	16,1 „	18,1 „	1,47 „	5,0 „	9,7 „	1,7 „	8,3 „
Im Mittel	**20,3** „	**17,7** „	**16,8** „	**17,0** „	**1,23** „	**5,2** „	**(13,2)** „	**2,4** „	**9,0** „
P_2O_5	0,60 pCt.	0,40 pCt.	—	—	—	0,11 pCt.	0,34 pCt.	—	—
Totalmenge von P_2O_5	123 *mg*	72 *mg*	—	—	—	5,7 *mg*	42 *mg*	—	—
Hafer: 1.	14,1 *g*	14,6 *g*	16,4 *g*	11.8 *g*	1,36 *g*	5,3 *g*	13,4 *g*	7,8 *g*	13,0 *g*
2.	16,5 „	10,5 „	10,4 „	11,4 „	0,82 „	6,8 „	15,6 „	5,5 „	9,3 „
Im Mittel	**15,3** „	**12,6** „	**13,4** „	**11,6** „	**1,09** „	**6,0** „	**14,5** „	**6,7** „	**11,2** „
Buchweizen: 1.	15,7 „	14,3 *g*	5,1 *g*	14,1 *g*	0,75 „	9,8 *g*	13,8 *g*	*	4,6 *g*
2.	18,9 „	17,5 „	8,2 „	16,2 „	0,40 „	8,0 „	12,9 „		1,9 „
Im Mittel	**17,4** „	**15,9** „	**6,7** „	**15,2** „	**0,57** „	**8,9** „	**13,4** „		**3,3** „
Prozent P_2O_5 in den Pflanzen	0,63 pCt.	0,60 pCt.	0,94 pCt.	1,15 pCt.	—	0,24 pCt.	0,58 pCt.	—	—
Totalmenge P_2O_5 in der Ernte	108,6 *mg*	95,6 *mg*	62,5 *mg*	174,7 *mg*	—	21,4 *mg*	77,9 *mg*	—	—
Lein (Mittelzahlen)	5,5 *g*	—	2,9 *g*	5,2 *g*	*	1,7 *g*	11,4 *g*	*	5,3 *g*
Erbsen „	11,6 „	—	13,8 „	9,4 „	*	6,3 „	(11,2) „	*	6,7 „
Wicken „	5,3 „	—	5,4 „	5,5 „	*	2,1 „	5,1 „	*	2,1 „
Hauptsächlich vorkommende Reaktionen im Sande:	schwach alkalisch	schwach alkalisch od. neutral	alkalisch	neutral bis schwach sauer	sauer	alkalisch	neutral	sauer	schwach sauer oder neutral

* Pflanzen sind zugrunde gegangen.

Reaktion begleitet, und zwar erwies sich im Falle von NH_4NO_3 meistens Neutralreaktion, wenn aber $(NH_4)_2SO_4$ allein gebraucht wurde, war die Reaktion immer deutlich sauer, worunter die Gramineen stark gelitten haben; die Pflanzen anderer Familien (Buchweizen, Lein, Erbse, Wicke) sind sogar zugrunde gegangen (V und VIII). Bei Anwesenheit von Rohphosphat wurde die Ernte durch Einführung von NH_4NO_3 wesentlich erhöht (VII), parallel stieg die Menge von aufgenommener Phosphorsäure, $(NH_4)_2SO_4$ wirkte aber auch in diesem Falle deprimierend; die Zugabe von $CaCO_3$ konnte dabei die Entwicklung merklich verbessern.

Wir ~~sehen~~ also, dass auch in dieser neuen Versuchsserie NH_4NO_3 eine deutliche auflösende Wirkung auf das Rohphosphat ausgeübt hat. Wie ist aber diese Wirkung zu erklären?

Es scheinen uns folgende Voraussetzungen möglich:

1. Salpetersaures Ammonium wird vielleicht zum Teil nitrifiziert (also seine Base in eine starke Säure umgewandelt), was die Auflösung von Phosphat auch in dem Falle verursachen kann, wenn dieses Salz physiologisch-alkalische Eigenschaften besitzt.

2. Oder als physiologisch-neutrales Salz ist salpetersaures Ammonium kein Hindernis für die auflösende Einwirkung der Wurzelausscheidungen, zum Unterschied von anderen Stickstoffquellen, welche physiologisch-basische Eigenschaften besitzen, wie z. B. $NaNO_3$, zum Teil auch $Ca(NO_3)_2$.

3. Oder NH_4NO_3 kann direkte auflösende Wirkung auf Rohphosphat ausüben, welche in keinem Zusammenhange mit der Assimilationstätigkeit der Pflanze steht.

4. Oder NH_4NO_3 besitzt vielleicht gegen alle Erwartungen physiologisch-saure Eigenschaften, die gewiss nicht so scharf ausgeprägt sind, wie in dem Falle von $(NH_4)_2SO_4$, oder wenigstens

5. Besitzt dieses Salz keine beständige physiologische Charakteristik und könnte als physiologisch-amphoter bezeichnet werden, in dem Sinne, dass je nach den verschiedenen Bedingungen die Pflanze entweder vorzugsweise die Säure oder vorzugsweise die Base oder auch beide gleichzeitig verbrauchen kann.

Wollen wir diese Voraussetzungen eingehender einzeln betrachten. Es ist kaum anzunehmen, dass für den im ersten Falle vorausgesetzten Nitrifikationsprozess günstige Bedingungen stattfinden (durch starke Salzsäure ausgewaschenen Quarzsand, reine Salze, destilliertes Wasser und Abwesenheit von $CaCO_3$ und $MgCO_3$ — das letztere gilt wenigstens für Kulturen mit $CaHPO_4$). Damit stimmt auch das direkte Ergebnis, dass man in den Reihen V und VIII keine positiven Resultate mit der Diphenylaminprobe erhalten hat.

Eine entscheidende Rolle soll in diesem Falle ein Versuch mit sterilen Kulturen spielen. Ein solcher Versuch wurde in unserem Laboratorium von den Herren FOGT und HILDEBRANDT mit Gerste unternommen.

Dabei wurden die mit Sand gefüllten Gefässe im KOCH'schen Apparate sterilisiert, indem man sie während dreier Tage wiederholt erwärmte, mehrere Stunden jedesmal. Leider war dieser Versuch in der Hinsicht nicht einwurfsfrei durchgeführt, als das Begiessen wieder auf gewöhnlichem Wege mit destilliertem Wasser geschah, ohne spezielle Vorrichtungen zum Sterilhalten der Kulturen anzuwenden. Weil aber die nitrifizierenden Bakterien gewöhnlich sich nicht durch die Luft verbreiten und weil ferner das Erwärmen jedenfalls den Anfang der Nitrifikation erschweren und verlangsamen dürfte, halten wir es doch nicht für bedeutungslos, dass auch dieser Versuch ganz gleiche Resultate ergeben hat, welche man ohne Sterilisation bekommen hatte; dabei waren gewöhnliche Differenzen schon von Anfang an bemerkbar.

	KH_2PO_4	$CaHPO_4$	$CaHPO_4$	$CaHPO_4$
Trockengewicht der Ernte:	$Ca(NO_3)_2$	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$
1.	14,7	9,4	5,0	0,6
2.	9,8	10,2	8,6	0,6
Im Mittel	**12,2**	**9,8**	**6,8**	**0,6**
Reaktion im Sande	neutral	alkalisch	schwach sauer	sauer

	Rohphosphat	Rohphosphat	Rohphosphat
Trockengewicht der Ernte:	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$
1.	2,4	14,5	1,5
2.	3,7	6,3	0,5
Im Mittel	**3,0**	**10,4**	**1,0**
Reaktion im Sande	**alkalisch**	**neutral**	**sauer**

Daraus sieht man, dass NH_4NO_3 auch hier die Pflanzenentwicklung wesentlich verbessert hat, wenn als Phosphorsäurequelle Rohphosphat angewendet wurde. Vollkommener ausgeführt finden wir einen solchen Versuch in der Arbeit von Prof. KOSSOWITSCH: „Über die gegenseitige Einwirkung der Nährsalze bei der Aufnahme von mineralischer Nahrung durch die Pflanze"[1]).

Der Verfasser benutzte dabei einen von ihm konstruierten Apparat für sterile Kulturen; dabei wurde zum Begiessen auch sterilisiertes Wasser unter Berücksichtigung notwendiger Kautelen angewandt. Eine Kontrollimpfung nach Beendigung des Versuches hat gezeigt, dass die nitrifizierenden Bakterien im Sande wirklich nicht vorhanden waren.

---

1) Journal für experimentelle Landwirtschaft, 1904, S. 598 (russisch und deutsch). — Diese Zeitschrift wird in Petersburg herausgegeben unter Redaktion von Prof. KOSSOWITSCH (Forstinstitut).

Die Hauptresultate dieser Arbeit scheinen uns mit unseren Beobachtungen in den Hauptzügen zusammenzufallen (wegen der einzelnen Verschiedenheiten sei auf das Original hingewiesen). Wir wollen hier das Hauptresultat kurz zitieren:

1. Sandkulturen mit Rohphosphat:

	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$
Ernte	**9,05** *g*	**29,60** *g*	**6,50** *g*
Darin P_2O_5 . . .	15,5 *mg*	43,4 *mg*	129,9 *mg*

2. Wasserkulturen:

	$NaNO_3$	NH_4NO_3	$(NH_4)_2SO_4$
Ernte	5,50 *g*	14,40 *g*	12,50 *g*
Darin P_2O_5 . . .	14,9 *mg*	39,9 *mg*	120,6 *mg*

Wir sehen, dass auch hier, wo die Nitrifikation sicher nicht vor sich gehen konnte, salpetersaures Ammonium die Assimilation von Phosphorsäure aus schwerlöslichem Phosphate erhöht hat, und es stiegen damit parallel auch die Ernten; es erweist sich also auf diese Art die erste von den oben angeführten fünf Voraussetzungen für die Erklärung der beobachteten Erscheinungen als ungenügend.

Wollen wir jetzt die zweite Möglichkeit betrachten, nämlich es sei salpetersaures Ammonium bloss ein indifferentes physiologisch-neutrales Salz, welches ohne nitrifiziert zu werden, die Auflösung von Rohphosphat durch seine Neutralität begünstigt, indem es die Wirkung von sauren Wurzelausscheidungen nicht stört, was dagegen bei Natriumnitrat stattfinden kann.

Gegen diese Annahme, nach welcher dem salpetersauren Ammonium nur eine passive Rolle zufällt, spricht ein bei uns im Jahre 1902 von Herrn SCHULOW ausgeführter Versuch[1]). Es wurden nämlich Gerstenpflanzen in der Weise kultiviert, dass ihre Wurzelfasern in zwei Teile getrennt wurden und in zwei verschiedenen Gefässen sich verbreiteten. Das wurde folgenderweise erreicht: In einen gewöhnlichen Glaszylinder von 15 *cm* Breite wurde exzentrisch ein anderes Gefäss hineingestellt, dessen Diameter ungefähr die Hälfte des ersteren betrug und dessen Höhe auch um einige Zentimeter kleiner war; am Rande des inneren Zylinders wurden mit Hilfe von halbiertem Kork und Watte junge Gerstenpflanzen befestigt, sodass sich die Wurzel zum Teil im inneren, zum Theil im äusseren Gefässe verbreiten konnte; dann wurde noch so viel Sand dazu geschüttet, dass der innere Zylinder völlig unter diesem bedeckt war. Beim Begiessen wurde das Wasser abgesondert in das innere und in das äussere Gefäss eingeleitet; die Nährsalze aber konnte man nach Belieben entweder zusammen oder abgetrennt einführen (z. B. die Phosphor-

---

1) Journal für experimentelle Landwirtschaft 1902, Heft 6 (St. Petersburg, russisch und deutsch).

säurequelle in das innere, die Stickstoffquelle in das äussere Gefäss). Auf diese Weise wurde die Möglichkeit erreicht zu beobachten, wie sich die Pflanze gegen dieses oder jenes Phosphat unabhängig von dem Einflusse von Nitraten oder Ammoniaksalzen verhält.

Die Hauptresultate dieses Versuches sind folgende:

	Rohphosphat und $Ca(NO_3)_2$		Rohphosphat und NH_4NO_3		$CaHPO_4$ und $Ca(NO_3)_2$	
	I	II	III	IV	V	VI
	abgetrennt	zusammen	abgetrennt	zusammen	abgetrennt	zusammen
Erntegewicht:	a) 1,75	1,75	**2,00**	**15,12**	32,90	33,15 *g*
	b) 0,90	1,75	**2,20**	**15,10**	32,45	33,12 „

Daraus sieht man, dass auch dann, wenn die Wurzelausscheidungen[1]) durch physiologisch-alkalische Salze (Nitrate) nicht neutralisiert werden (I und III), die Gramineen das Rohphosphat nicht ausnutzen können; nur in dem Falle, wenn ein Ammoniumsalz in unmittelbarer Berührung mit Rohphosphat sich vorfindet (IV), beobachtet man als Endresultat eine Auflösung von Rohphosphat und Assimilation von Phosphorsäure in der Pflanze.

Wenn man die Kombinationen V und VI vergleicht, dann sieht man, dass die Abtrennung der assimilierten Nährsalze und die Kulturmethode an und für sich von keinem Einfluss auf die Pflanzentwicklung geblieben ist.

Es scheint also, dass die auflösende Wirkung des NH_4NO_3 durch seine scheinbare Rolle eines physiologisch-neutralen Salzes nicht zu erklären ist; man muss eine aktive Wirkung im Sinne der III. oder IV. Möglichkeit voraussetzen.

Durch die dritte Voraussetzung wird die Frage gestellt, ob in den beschriebenen Versuchen Ammoniumsalze an und für sich ganz unabhängig von der Pflanzentätigkeit als Auflösungsmittel für Rohphosphat dienen können?

Einige Angaben zur Beantwortung dieser Frage wurden bei dem folgenden Versuch, welcher auch von Herrn SCHULOW ausgeführt wurde[2]), erhalten: 10 *g* Rohphosphat (aus dem Gouvernement Smolensk) wurden in 1 Liter einer 1 pCt. NH_4NO_3-Lösung 15 resp. 30 Tage bei Umschütteln digeriert; es erwies sich, dass nur wenige Milligramme (bis 3,3 *mg*) P_2O_5 dabei in Lösung übergehen, während bei den Vegetationsversuchen von 1900 Ammoniumnitrat eine Assimilation bis zu 150—176 *mg* P_2O_5 hervorgerufen hat, und dabei war noch die Quantität des Rohphosphates kleiner (3,8 *g*) als in dem eben beschriebenen Versuche; ebenso wurde von Ammoniumnitrat viel weniger eingeführt (0,87 *g*). Darum halten wir die obige Annahme für unwahrscheinlich, dass die auflösende Wirkung des Ammoniumnitrates nur die direkte von der Assimilationstätigkeit der Pflanze unabhängige Wirkung sein könnte.

---

[1]) Über Wurzelausscheidungen, siehe die Abhandlung in dieser Zeitschrift 1904, Heft 3.

[2]) S. SCHULOW, „Die auflösende Wirkung von Ammoniaksalzen auf das Phosphorit“, in „Annalen des landwirtschaftlichen Instituts in Moskau“, Bd. VIII (russisch mit deutschem Auszuge).

Die vierte Möglichkeit ist mit der Frage der einseitigen physiologischen Reaktion verbunden, etwa ähnlich wie die erste Annahme, aber in entgegengesetzter Richtung, während nämlich die Nitrifikationshypothese für Ammoniumnitrat auch physiologisch - alkalische Eigenschaften vorauszusetzen erlaubt, können wir jetzt vielleicht annehmen, dass Ammoniumnitrat ein physiologisch-saures Salz ist, was die Auflösung von Rohphosphat auch ohne Nitrifikation ermöglicht. Ist es aber zulässig, solche Eigenschaften dem Ammoniumnitrat zuzuschreiben, d. h. sind die Bedingungen möglich, unter welchen die Base (Ammonium) besser assimiliert wird als die Säure?

Bis in letzter Zeit schien eine solche Voraussetzung als ganz unwahrscheinlich; man muss aber bemerken, dass jetzt schon die Angaben vorhanden sind, welche die frühere Ansicht über den Wert von Ammoniumsalzen für Stickstoffernährung verändern können[1]). Man hat nämlich bei früheren Versuchen ganz ausser Acht gelassen, dass bei Einführung so ausgeprägt „physiologisch - saurer“ Salze wie NH_4Cl oder $(NH_4)_2SO_4$ man die schädliche Wirkung der bald eintretenden Acidität beseitigen muss, sonst bekommt man mit Ammoniaksalzen sicher schlechtere Resultate als mit Nitraten. Wenn man aber in Sterilkulturen Massregeln anwendet, um die sich ansammelnde Säure zu neutralisieren, dann bekommt man mit Ammoniaksalzen nicht schlechtere, manchmal sogar auch bessere Resultate als bei Salpeterernährung. Von diesem Gesichtspunkt sind von besonderem Interesse für uns diejenigen Versuche von MAZÉ, in welchen gleichzeitig $(NH_4)_2SO_4$ und $NaNO_3$ eingeführt wurden (was in unserem Falle der Einführung von NH_4NO_3 entspricht); es waren sterile Wasserkulturen, und ausser Nährsalzen wurde noch $CaCO_3$ gegeben; es erwies sich in zwei Fällen, dass das Ammoniak am Schlusse des Versuches ganz verbraucht war, während ein Teil der Salpetersäure unverbraucht blieb. In zwei anderen Fällen ging der Verbrauch von Ammoniak und Salpetersäure ganz gleichmässig vor sich. Es sollte auf diese Weise die Stickstoffernährung der Pflanze in den zwei ersten Fällen die saure Reaktion hervorrufen, aber diese war durch Calciumcarbonat beseitigt; wenn aber statt dessen ein schwer-

---

1) Z. B. MAZÉ, in Annales de l'Institut Pasteur 1900, und KOSSOWITSCH, im Journal für experimentelle Landwirtschaft 1902 (St. Petersburg, russisch und deutsch).

lösliches Calciumphosphat vorhanden wäre, würde ein Teil der Phosphorsäure in die Lösung überführt und assimilierbar werden. Wir wollen erwähnen, dass bei unseren Versuchen 1900 ein Fall beobachtet wurde, in welchem die Pflanzen desto mehr Stickstoff aufnahmen, je mehr (bis zu gewissem Grade) Ammoniak statt Salpeter gegeben wurde:

Stickstoff gegeben als	$^3/_4$ N_2O_5 $^1/_4$ NH_3	$^1/_2$ N_2O_5 $^1/_2$ NH_3	$^1/_4$ N_2O_5 $^3/_4$ NH_3
N assimiliert	136	166	194 *mg*1)

Man muss zugestehen, dass in diesem Fall, wo Rohphosphat gegeben war und keine Sterilisation angewandt wurde, die Erscheinungen nicht so einfach sind, wie in den erwähnten Versuchen von MAZÉ; doch ist es leicht möglich, dass diese zwei Fälle nicht ohne einen inneren Zusammenhang dastehen.

Es scheint also möglich zu sein, dass in bestimmten Verhältnissen das Ammoniumnitrat als ein physiologisch-saures Salz funktionieren kann.

Wenn aber diese Tatsachen auch besser festgestellt werden, so braucht daraus gewiss nicht zu folgen, dass eine solche Charakteristik für Ammoniumnitrat beständig gegeben werden muss; denn es ist möglich, dass in verschiedenen Fällen die Pflanze diese Salze auch verschieden ausnutzen kann. Es lässt sich z. B. annehmen, dass bei saurer Reaktion des Mediums die Pflanze vorzugsweise die Salpetersäure nimmt, wenn aber ein Überschuss von Base vorhanden ist, welche die Säure bindet ($CaCO_3$ oder $Fe_2(OH)_6$), dann nimmt die Pflanze vorzugsweise Ammoniak. Nach dieser Vorstellung (unsere Voraussetzung V) könnte Ammoniumnitrat als wirklicher Regulator der Reaktion betrachtet werden; damit könnte man die sehr gute Entwicklung in Kulturen mit NH_4NO_3 (manchmal besser als in „Normalkultur“) und die bei uns beobachtete Neigung zur neutralen Reaktion im Sande bei Schluss des Versuches erklären.

Um zu einer endgültigen Entscheidung in der hier berührten Frage zu gelangen, sind gewiss weitere Versuche erforderlich. Es ist aber schon jetzt klar, dass der Zusammenhang zwischen Stickstoffernährung und Phosphorsäureaufnahme bei Wasser- und Sandkulturen in vielen Fällen nicht ausser Acht zu lassen ist.

Moskau, Landwirtschaftliches Institut.

---

1) Vergl. unsere Abhandlung in den Landwirtschaftl. Versuchsstationen Bd. 46.

3. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

Eingegangen am 18. Januar 1905.

VI. Anthriscus silvestris (L.) und A. vulgaris Pers.

Wie bekannt, führen in den Blüten sehr vieler Gewächse die Staubgefässe während des Blühens autonome epinastische und hyponastische Bewegungen aus. Zu diesen Gewächsen gehören auch die von mir untersuchten einheimischen Umbelliferen-Arten. Die Staubgefässe dieser Arten machen zunächst eine epinastische, darauf eine hyponastische und zuletzt eine nochmalige epinastische Bewegung; dann fallen sie ab. Die einzelnen Arten weichen hinsichtlich der Grösse dieser drei Bewegungen und der Art und Weise, in welcher diese ausgeführt werden, recht bedeutend von einander ab.

Anthriscus silvestris übertrifft durch die Grösse der ersten epinastischen Bewegung alle übrigen von mir untersuchten Umbelliferen-Arten. Während des Knospenzustandes der Blüte stehen die Längsachsen der sich mit ihren Innenseiten berührenden — introrsen — Antheren[1]) parallel der Längsachse der Blüte. Der freie Arm der Filamentschlinge[2]) liegt zu dieser Zeit der Antherenaussenseite entweder an oder steht ein wenig von ihr ab. Nach dem Blühbeginne bewegen sich die Kronblätter, welche bisher den Antheren lose anlagen, zusammen mit den Staubgefässen nach aussen. Die Kronblätter gehen zunächst nicht über eine zur Längsachse der Blüte

---

1) Die grünlichgelb-grauweiss gefärbte Anthere besitzt einen ungefähr elliptischen Umriss. Sie ist oben nur wenig, unten etwas mehr ausgebuchtet. Ihre Innen- und ihre Aussenseite sind wenig gewölbt. Die Öffnungsspalte ihrer Pollensäcke verlaufen in der Mitte ihrer Seitenflanken. Wie die Anthere der meisten Umbelliferen-Arten, so ist auch die von *Anthriscus silvestris* an das Filament ein wenig unterhalb ihrer Mitte inseriert.

2) Da in der Knospe das Filament recht bedeutend wächst, die Anthere ihre ursprüngliche — aufrechte — Stellung aber nicht verlassen kann, so muss sich das Filament an der Aussenseite der Anthere schlingenförmig krümmen. Der innere Arm dieser Schlinge liegt der Antherenaussenseite an; er wird im Laufe der Entwicklung der Anthere von deren äusseren Pollensäcken überwallt und fest zwischen diese eingeklemmt. Das Filament tritt dann ungefähr im oberen Drittel der Anthere aus der Furche zwischen deren äusseren Pollensäcken hervor. Da der innere Arm der Filamentschlinge erst — und zwar durch das Aufspringen der Pollensäcke der Anthere — frei wird, nachdem sich der obere Teil des Filamentes während dessen Bewegungen fast oder ganz gerade gestreckt hat, so kann die Anthere vorher leicht für extrors gehalten werden. Das weissgraue Filament verjüngt sich nach oben hin.

ungefähr senkrechte Stellung hinaus[1]). Die Staubgefässe dagegen drängen sich, oft schon bevor die Kronblätter ihre einstweilige Endlage erreicht haben, durch die Lücken zwischen den Kronblättern[2]), welche letzteren hierbei in der Regel etwas um ihre Längsachse gedreht werden, hindurch[3]). Das Staubgefäss bewegt sich meist soweit, bis seine Anthere sich mit ihrer Längsachse in einer zur Blütenlängsachse senkrechten oder annähernd senkrechten Stellung befindet und mit ihrer Spitze in den zweigeschlechtigen Blüten[4]) den Fruchtknoten, in den männlichen Blüten den Blütenstiel berührt[5]). Jetzt ist der untere Teil des Filamentes ungefähr kreisbogig — mit nach aussen gerichteter Konvexität — gekrümmt, während der obere Teil des Filamentes, soweit er nicht zwischen den Pollensäcken eingeklemmt ist, etwas nach innen — d. h. nach dem Fruchtknoten bezw. dem Blütenstiele hin — konvex gekrümmt ist und meist ein wenig von der Anthere absteht. Nachdem das Staubgefäss kurze Zeit in dieser Stellung verharrt ist, beginnt seine hyponastische Bewegung. Diese pflegt beendet zu sein, wenn sich die Anthere, deren Pollensäcke sich entweder erst, nachdem das Staubgefäss seine hyponastische Bewegung beendet hat, oder schon etwas früher öffnen, ganz oder ungefähr über der Blütenmitte befindet. Zu dieser Zeit ist in der Regel nur noch der untere Teil des Filamentes, und zwar nach aussen konvex, gebogen, während der — ganze — obere Teil — bis zur Insertionsstelle an das Filament — gerade oder doch fast gerade ist. Die Anthere steht nunmehr infolge der Geradestreckung des Filamentes rechtwinklig oder ungefähr rechtwinklig zu diesem und parallel oder ungefähr parallel zum Blütenboden und zur Oberfläche der Dolde. Die Wandungen der beiden inneren Pollensäcke nähern sich nach dem Aufspringen soweit, dass sich ihre Ränder berühren. Die Wandungen der beiden äusseren Pollensäcke nähern sich dagegen nur soweit, dass sie, die sich ebenso wie die der inneren Pollensäcke an der ursprünglichen Innenfläche etwas nach aussen konvex wölben, zusammen eine Mulde bilden; sie berühren sich nur an den beiden Enden. Ihre Ränder sind etwas nach aussen umgebogen. Die Anthere nimmt hierdurch ungefähr die Gestalt eines Kahnes mit kurzelliptischem Rande an, dessen konvexer Kiel nach oben gerichtet ist und dessen Längsachse senkrecht zum Filamente steht. Die ganzen Seitenflächen dieses kahnartigen Gebildes — die ursprünglichen Innenflächen der vier Pollensackwandungen — sind mit — weissgrauem — Pollen bedeckt. Dadurch, dass das kurze Schaltstück[1]) während der Bewegungen der Pollensackwandungen kollabiert[2]), erhält die Anthere einen hohen Grad von Beweglichkeit.

---

[1]) Sie sind zu dieser Zeit in der Regel flach muldig — mit nach unten gerichteter Konvexität — oder ganz flach und nur an den Rändern ein wenig — meist unregelmässig — aufgebogen; hin und wieder sind sie jedoch mehr oder weniger gewellt.

[2]) Die Krone der zweigeschlechtigen Blüte ist ausgeprägt zygomorph. Das untere Kronblatt ist das grösste, die beiden oberen Kronblätter sind die kleinsten der Blüte. Häufig sind die Blätter der einen Seite der Blüte grösser als die entsprechenden der anderen Seite. Die Hälften der seitlichen Kronblätter sind nicht selten ungleich gross; die übrigen Kronblätter sind seltener unsymmetrisch gestaltet. Die Zwischenräume zwischen den Insertionsstellen der oberen Kronblätter einerseits und denen der seitlichen Kronblätter andererseits pflegen grösser zu sein als der Zwischenraum zwischen den Insertionsstellen der beiden oberen Kronblätter sowie die Zwischenräume zwischen den Insertionsstellen der beiden seitlichen Kronblätter einerseits und der Insertionsstelle des unteren Kronblattes andererseits. In den männlichen Blüten sind nicht selten alle fünf Kronblätter gleichgross oder fast gleichgross. Während des Verstäubens der Antheren und nach diesem bis zum Abfallen der Kronblätter besitzen die letzteren eine rein weisse Farbe.

[3]) Hin und wieder legt sich ein Staubgefäss fest auf eins der angrenzenden Kronblätter auf und drängt dies ganz oder fast ganz bis zum Fruchtknoten hinab.

[4]) Vergl. S. 21 Anm. 5.

[5]) An manchen Staubgefässen tritt die Filamentschlinge weit vor und berührt allein den Fruchtknoten bezw. den Blütenstiel, während die Anthere, die sich nicht vollständig bis in eine zur Blütenlängsachse senkrechte Stellung begiebt, mit jenen nicht in Berührung kommt.

Die Staubgefässe verharren nur kurze Zeit in der hyponastischen Endstellung; dann beginnen sie sich von neuem nach aussen zu bewegen. Während dieser Bewegung lockert sich die Verbindung der Staubgefässe mit der Blütenachse; darauf lösen sie sich ab. Entweder findet diese Ablösung statt, wenn sie sich ungefähr bis zu einer zur Blütenlängsachse senkrechten Stellung gesenkt haben; zu dieser Zeit sind ihre Filamente meist ganz gerade. Oder es erfolgt die Ablösung der Staubgefässe früher oder später. Im letzteren Falle krümmen sich ihre Filamente mehr oder weniger stark nach oben konvex. Nur selten gelangen die Staubgefässe soweit, dass ihre Spitzen, wie bei der ersten epinastischen Bewegung, den Fruchtknoten bezw. den Blütenstiel berühren. Zur Zeit des Abfallens pflegen die Staubgefässe eine Länge von $1^2/_3$—$1^3/_4$ *mm* zu besitzen.

Die beschriebenen Bewegungen werden nicht von allen fünf Staubgefässen der Blüte gleichzeitig ausgeführt. Die beiden seitlichen Staubgefässe beginnen die Bewegungen stets später als die drei übrigen, und zwar wie diese in der Regel nacheinander. Die Zwischenzeiten zwischen dem Bewegungsbeginne der einzelnen Staubgefässe der Blüte sind recht ungleich lang; in vielen Fällen sind sie so kurz, dass sich vier oder sogar alle fünf Staubgefässe gleichzeitig mit dem Fruchtknoten bezw. dem Blütenstiele in Berührung befinden.

---

[1]) Das Schaltstück hebt sich vor dem Kollabieren äusserlich nur wenig vom Filamente ab.

[2]) Das Kollabieren beginnt gewöhnlich schon einige Zeit vor dem Aufspringen der Pollensäcke.

Die zweigeschlechtige Blüte besitzt zwei Griffel[1]), von denen je einer am inneren Rande jeder der beiden Hälften des honigabsondernden epigynen Discus entspringt. Die Griffel pflegen zu der Zeit, wenn das letzte Staubgefäss abfällt, noch ganz unentwickelt zu sein; sie sind noch sehr kurz, stark nach der andern Discushälfte hin geneigt und in eine flache Grube an deren innerem Rande eingesenkt. Nunmehr beginnen sie sich zu verlängern und zu erheben. Wenn ihre Enden dicht nebeneinander stehen, sind sie schwach nach aussen konvex. Beim Weiterwachsen strecken sie sich gerade; wenn sie senkrecht zur Blütenebene stehen, pflegen sie ganz gerade zu sein. Darauf neigen sie sich, während das Narbengewebe, welches ihre ellipsoidischen Enden bedeckt, konzeptionsfähig wird, soweit nach aussen, bis ihre Spitzen ungefähr $1^1/_2$ *mm* oder sogar noch ein wenig mehr von einander entfernt sind. Sie sind zu dieser Zeit ungefähr $^3/_4$—1 *mm* lang und erheben sich ungefähr ebenso weit über die Oberfläche des epigynen Discus. Schon während die Narben noch konzeptionsfähig sind, pflegen sich die Griffel ein wenig nach innen konvex zu krümmen. Nachdem die Narben ihre Konzeptionsfähigkeit verloren haben, wird diese Krümmung in der Regel noch stärker[2]). Darauf pflegen die Griffel sich wieder aufzurichten und parallel zu werden.

Die Hälften des epigynen Discus, welche im Beginne der Weiterentwicklung der Griffel wenig gewölbt sind, wölben sich während dieser stärker und nehmen eine kräftig grüne Färbung an; vorher sind sie grünlich-weissgrau gefärbt. Die Kronblätter, welche zu jener Zeit meist ungefähr senkrecht zur Längsachse der Blüte stehen[3]), senken sich während der Weiterentwicklung der Griffel mehr oder weniger, doch meist nicht so stark, dass sie mit der Fruchtknotenoberfläche einen Winkel von weniger als 45° bilden; hierauf fallen sie ab. Die horizontal ausgebreitete — zweigeschlechtige — Blüte besitzt zu dieser Zeit, zu welcher ihre Nektarien noch häufig Honig absondern, einen Durchmesser von ungefähr 5 *mm*[4])[5]).

---

[1]) Die ausgewachsenen Griffel verjüngen sich nach der Spitze hin, besitzen einen ungefähr kreisförmigen Querschnitt und eine grünlich-grauweisse Farbe; die Oberfläche des konzeptionsfähigen Narbengewebes besitzt Fettglanz.

[2]) In vielen Fällen bleiben jedoch die Griffel ganz gerade.

[3]) Hin und wieder neigen sich die Kronblätter schon während der Staubgefässbewegungen abwärts.

[4]) Wenn im Döldchen mehr als ein Kreis zweigeschlechtiger Blüten vorhanden ist, so beginnen nicht in allen Blüten die Staubgefässe ihre Bewegungen gleichzeitig, sondern deren Beginn schreitet im Döldchen zentripetal fort.

[5]) Wie die Staubgefässe und die Griffel, so führen auch die Blütenstiele von *Anthriscus silvestris* während des Blühens Bewegungen aus. Das Döldchen dieser Art enthält bekanntlich sowohl zweigeschlechtige als auch männliche Blüten, von denen die ersteren die Peripherie, die letzteren — deren Anzahl, und zwar entweder

Die Blüten von *Anthriscus silvestris*, deren Nektarien während des Blühens reichlich Honig absondern, werden von vielen Insekten, hauptsächlich Fliegen, besucht[1]. Die Besucher lecken oder saugen

---

nur in den Dolden höherer Ordnung oder in allen Dolden des Individuums, die der ersteren übertrifft — das Zentrum des Döldchens einnehmen. Ursprünglich sind die Dolden mehr oder weniger stark geneigt. Darauf richten sie sich auf, bis die Oberfläche der Döldchen ungefähr aufwärts gerichtet ist. Nunmehr wachsen die Stiele der zweigeschlechtigen Blüten der Döldchen — in den Dolden der höheren Ordnungen, deren Döldchen nur wenige zweigeschlechtige Blüten enthalten, meist auch gleichzeitig die einiger der äusseren männlichen Blüten — stärker und bewegen sie sich, schwach nach aussen konvex gekrümmt, etwas nach innen. Hierdurch gelangen diese Blüten in eine solche Stellung, dass während des Verstäubens der Mehrzahl ihrer Antheren ihre Längsachsen ungefähr oder vollständig in die Lotlinie fallen; sie nehmen die ganze Oberfläche des Döldchens ein und stehen einander so nahe, dass die äusseren von ihnen sich seitlich berühren und die inneren, deren Stiele kürzer als die der äusseren sind, von den letzteren zum Teil gedeckt werden. Die Stiele der männlichen Blüten — vergleiche das oben Gesagte —, welche bisher mehr oder weniger kürzer als die Stiele der zweigeschlechtigen Blüten waren, verlängern sich, während die Staubgefässe der zweigeschlechtigen Blüten ihre Bewegungen ausführen, stärker als bisher. Sie neigen sich hierbei, schwach nach aussen konvex gekrümmt, zwischen den zweigeschlechtigen Blüten hindurch nach aussen, und zwar nicht selten soweit, dass die Längsachsen ihrer zu dieser Zeit meist schon offenen Blüten — die Staubgefässe dieser Blüten haben schon ihre Bewegungen begonnen — schräg abwärts gerichtet sind. Nicht selten befinden sich zwischen diesen männlichen Blüten auch eine oder mehrere zweigeschlechtige Blüten. Während des Verstäubens der letzten Antheren der zweigeschlechtigen Blüten senken sich die noch weiter wachsenden Stiele dieser letzteren — und wenn männliche Blüten an der Peripherie des Döldchens stehen, auch die dieser — wieder etwas, und zwar meist soweit, dass die zweier gegenüberstehender Blüten zusammen einen stumpfen Winkel bilden, während sich gleichzeitig die Stiele der männlichen Blüten aufrichten, bis diese sich über der Mitte des Döldchens, und zwar in ähnlicher Stellung wie vorher die zweigeschlechtigen Blüten, befinden. Das Döldchen, welches bisher eine flache Oberfläche besass, erhält hierdurch eine gewölbte Oberfläche. Nachdem die Staubgefässe der männlichen Blüten ihre Bewegungen beendet haben — die erste epinastische Bewegung haben sie schon ganz oder fast ganz beendet, während die Blüten noch nach aussen geneigt waren —, richten sich die Stiele der zweigeschlechtigen Blüten, deren Griffel jetzt heranreifen, soweit auf, bis die Oberseiten der Nektarien aller — zweigeschlechtiger — Blüten des Döldchens ungefähr in einer Ebene liegen; zu dieser Zeit pflegen die Narben dieser Blüten konzeptionsfähig zu sein. Die zweigeschlechtigen Blüten drängen bei dieser Einwärtsbewegung die männlichen Blüten, deren Stiele auch jetzt kürzer als die der zweigeschlechtigen Blüten sind, und deren Petalen sich entweder schon während des Verstäubens ihrer letzten Antheren oder erst nach dem Abfallen ihrer Staubgefässe mehr oder weniger senken, zwischen sich zusammen. Nachdem die Narben der zweigeschlechtigen Blüten ihre Konzeptionsfähigkeit eingebüsst haben, und während die schon etwas geneigten Kronblätter dieser Blüten sich weiter senken und darauf — meist einzeln nacheinander — abfallen, bewegen sich die Stiele dieser Blüten noch mehr nach innen, und zwar soweit, bis sich die oberen Enden der Fruchtknoten berühren; die Fruchtknoten der äusseren Blüten sind häufig schon vorher ein wenig nach innen geneigt.

[1] Eine grosse Anzahl Besucher wird von MÜLLER (Die Befruchtung der Blumen durch Insekten, 1873, S. 105) aufgeführt.

vorzüglich Honig, fressen oder sammeln jedoch auch Pollen. Bei ihrer Ausbeutung der Blüten sitzen die Besucher entweder ziemlich unbeweglich auf diesen, oder sie bewegen sich lebhaft auf ihnen. Sie besuchen in der Regel eine grössere Anzahl der in dichtblütigen, in der Dolde einander sehr nahestehenden Döldchen vereinigten Blüten nacheinander, wobei sie meist von einer zur anderen kriechen. Sehr häufig kriechen sie bei ihrem Besuche einer Dolde über eine Anzahl der Blüten hinweg ohne diese auszubeuten. Die Insekten berühren bei ihrem Besuche derjenigen Blüten, deren Staubgefässe die hyponastische Bewegung beendet oder bereits einen kleinen Teil der zweiten epinastischen Bewegung ausgeführt haben, die zu dieser Zeit, wie dargelegt, schräg nach oben gerichteten pollenbedeckten Seitenflächen der ungefähr senkrecht zu ihren Filamenten und ungefähr parallel zur Oberfläche der Dolde stehenden Antheren mit denselben Körperteilen — und zwar die grösseren Besucher wohl hauptsächlich mit der Unterseite des Körpers —, mit welchen sie in den besuchten älteren zweigeschlechtigen Blüten die konzeptionsfähigen ellipsoidischen Narbenköpfe, die sich ungefähr an denselben Stellen befinden, an welchen sich in jenen Blüten die Antheren befinden, berühren, und bestäuben die Narben mit dem Pollen, mit welchem sie sich in den jüngeren Blüten behaftet haben[1]).

Bei *Anthriscus vulgaris*, deren Blüten sämtlich zweigeschlechtig sind, ist die erste epinastische Bewegung des Staubgefässes wesentlich kleiner als bei *Anthriscus silvestris.* Das Staubgefäss bewegt sich höchstens soweit, dass sich die — morphologische — Basis seiner — introrsen — Anthere ungefähr in der Höhe seiner Insertionsstelle befindet. Zu dieser Zeit ist das Filament ein wenig abwärts geneigt und ungefähr S-förmig — im unteren Teile nach oben, im oberen, bedeutend kürzeren Teile nach unten konvex[2]) — gekrümmt; die Längsachse der Anthere[3]) befindet sich in einer der Längsachse der Blüte parallelen oder annähernd parallelen Stellung[4]).

---

1) Die Darstellungen, welche MÜLLER (a. a. O., S. 104—105), VERHOEFF [Blumen und Insekten der Insel Norderney und ihre Wechselbeziehungen, Nova Acta der Kais. Leopold.-Carolin. Deutschen Akademie der Naturforscher, 61. Bd., Nr. 2 (1893), S. 77–79], sowie MAC LEOD [Over de Bevruchting der Bloemen in het Kempisch Gedeelte van Vlaanderen, 2. Teil, Bot. Jaarboek, uitg. door het kruidkundig Genootschap Dodonaea te Gent, 6. Jahrg. (1894), S. 119 u. f. (282—285)], von den Blüten und dem Blühen von *Anthriscus silvestris* gegeben haben, entsprechen ebenso wenig wie die Abbildungen dieser Schriftsteller völlig den Tatsachen.

2) Der obere Teil ist nicht selten mehr oder weniger scharf winklig gebogen.

3) Die weisslich-grüngelbe Anthere besitzt einen ungefähr kurzelliptischen Umriss. Sie ist an der Spitze wenig, an der Basis etwas stärker ausgebuchtet. Im übrigen gleicht sie fast vollständig der von *Anthriscus silvestris.*

4) In der Knospe berühren sich die aufrecht, parallel der Blütenlängsachse stehenden Antheren mit ihren Innenseiten. Das sich nach der Spitze hin verjüngende,

Dagegen ist bei *Anthriscus vulgaris* die hyponastische Bewegung des Staubgefässes grösser als bei *Anthriscus silvestris.* Das Staubgefäss bewegt sich[1]) soweit, bis seine Anthere entweder die Spitze oder die Seitenflanken eines — und zwar meist des nächsten — der beiden sehr kurzen, senkrecht oder fast senkrecht zur Blütenebene stehenden Griffel[2]) berührt oder — so, und zwar häufig, bei den seitlichen Staubgefässen — zwischen die beiden Griffel tritt und beider Flanken berührt[3]). Das Filament ist jetzt meist ungefähr kreisbogig — mit nach aussen gerichteter Konvexität — gekrümmt. Sein unterster Teil liegt an der Seitenflanke des epigynen Nektariumdiscus fest an; sein oberer Teil steht von der zu dieser Zeit schwach gewölbten Oberfläche des Discus mehr oder weniger weit ab. Die Pollensäcke der Anthere öffnen sich im Verlaufe der hyponastischen Bewegung des Staubgefässes. Ihre Wandungen führen darauf in der Regel die gleichen Bewegungen aus wie die Pollensackwandungen von *Anthriscus silvestris*, so dass die Anthere von *Anthriscus vulgaris* meist dieselbe Gestalt erhält wie die jener Art. Da die Anthere von *Anthriscus vulgaris* wie die von *Anthriscus silvestris* infolge Kollabierens des Schaltstückes sehr beweglich wird, so legt sie sich, wenn sie durch das Filament am Schlusse der hyponastischen Bewegung an den Griffel gedrückt wird, mit einem grossen Teile ihrer pollenbedeckten Oberfläche dicht an die mit Narbengewebe bedeckte Oberfläche desselben an und behaftet diese in der Regel recht reichlich mit — grauweissem — Pollen. Die Antheren bleiben einige Zeit in Berührung mit den Griffeln, dann beginnt die zweite epinastische Bewegung der Staubgefässe. Während dieser Bewegung vermindert sich die Krümmung der Filamente; wenn die Staubgefässe ungefähr

---

grauweisse Filament steht zu dieser Zeit ebenfalls ungefähr aufrecht. Sein unterer, längerer Teil ist schwach nach aussen konvex gekrümmt und liegt oben der Aussenseite der Anthere mehr oder weniger weit an. Sein oberster Teil bildet nicht wie bei *Anthriscus silvestris* eine Schlinge, sondern ist kurzbogig oder hakig gekrümmt; er befindet sich zwischen den beiden äusseren Pollensäcken in der Aussenfurche der Anthere, in welche er ungefähr in der Mitte der Anthere eintritt. Seine Insertionsstelle an die Anthere liegt ein wenig unterhalb der Mitte der letzteren.

1) Die Staubgefässe führen ihre Bewegungen, und zwar in derselben Reihenfolge wie bei *Anthriscus silvestris*, so schnell nacheinander aus, dass sich sehr häufig zwei, seltener drei Antheren gleichzeitig mit den Griffeln in Berührung befinden. Die Bewegungen der Staubgefässe einer Blüte erstrecken sich bei normaler Witterung in der Regel auf zwei Tage. Der Beginn der Bewegung des ersten Staubgefässes ist an keine bestimmte Stunde gebunden.

2) Griffel und Discus besitzen zu dieser Zeit zusammen eine Höhe von ungefähr $^1/_3$—$^1/_2$ *mm.*

3) Hin und wieder bewegen sich zwei gegenüberstehende Staubgefässe gleichzeitig nach innen, stossen mit ihren Antheren aneinander und verhindern hierdurch, dass die letzteren die Griffel überhaupt oder doch mit einem grösseren Teile ihrer Oberfläche berühren.

senkrecht zur Längsachse der Blüte stehen, pflegen die Filamente gerade zu sein. Die Staubgefässe besitzen zu dieser Zeit entweder die Länge oder — meist — nicht ganz die Länge des längsten der Kronblätter der Blüte[1]), welche einige Zeit nach dem Aufblühen der Blüte in eine zur Längsachse derselben senkrechte Stellung gelangen und in dieser bis zum Abfallen zu verharren pflegen. Der Durchmesser der Blüte beträgt zur Zeit des Abfallens der Kronblätter in der Regel ungefähr 2 *mm*. Wenn das Staubgefäss ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse steht, pflegt seine Befestigung sich zu lockern und es abzufallen. Seltener fällt es bereits ab, bevor es in diese Stellung gelangt ist, oder bewegt es sich, bevor es abfällt, über die senkrechte Stellung hinaus in eine etwas geneigte Stellung. Sein Filament ist im letzteren Falle zur Zeit des Abfallens entweder schwach S-förmig — und zwar ähnlich, doch schwächer als am Schlusse der ersten epinastischen Bewegung — oder einfach schwach nach oben konvex gekrümmt.

Wie vorhin dargelegt wurde, werden bei *Anthriscus vulgaris* die Narben regelmässig durch die sich einwärts bewegenden Staubgefässe derselben Blüte mit deren Pollen bestäubt. Diese spontane Selbstbestäubung ist wohl bei den weitaus meisten Blüten von *Anthriscus vulgaris* die einzige Art der Bestäubung. Denn die Blüten, welche wegen ihrer unbedeutenden Grösse und unscheinbaren Färbung und da sie nur in geringer Anzahl[2]) in der Dolde vereinigt sind, wenig in die Augen fallen und nicht duften, werden, obwohl ihre Nektarien bei günstiger Witterung recht reichlich Honig absondern[3]), selbst an insektenreichen Stellen[4]) nur sehr spärlich von Insekten — die meisten Besucher sind kleine Fliegen — besucht[5]).

---

[1]) In der Regel sind nicht alle fünf Kronblätter der Blüte — sie sind ungefähr keilförmig und während des grössten Teiles der Zeit des Blühens weiss gefärbt — gleich gross; das untere ist fast immer etwas grösser als die anderen, von denen sehr häufig die beiden seitlichen die beiden oberen in der Grösse etwas übertreffen.

[2]) Jede Dolde besteht in der Regel aus drei Döldchen, von denen jedes meist nur drei Blüten enthält.

[3]) Der Honig tritt zunächst in kleinen Tropfen auf der graugrünen Oberfläche des Nektariums auf. Diese Tropfen fliessen meist zu einer einzigen, die ganze Oberfläche des honigabsondernden Gewebes der Blüte bedeckenden, mehr oder weniger dicken Honigschicht zusammen. Die Honigabsonderung beginnt in der Regel erst zur Zeit des Aufspringens der ersten Anthere, dauert aber meist noch eine Zeit lang fort, nachdem das letzte Staubgefäss seine zweite epinastische Bewegung beendet hat.

[4]) Die Art wächst meist an insektenarmen Stellen.

[5]) Weder die Blütenstiele, noch die Döldchenstiele führen bei *Anthriscus vulgaris* während des Blühens, sowie vor und nach diesem so mannigfaltige Bewegungen aus wie bei *Anthriscus silvestris*. Die Döldchen der einzelnen Dolden sowie die Blüten der einzelnen Döldchen sind während des Blühens sehr genähert; die Blüten wenden

Wie im Vorstehenden dargelegt wurde, machen die Staubgefässe der beiden behandelten *Anthriscus*-Arten die gleichen drei autonomen Nutationsbewegungen. Von diesen drei Bewegungen hat die erste epinastische Bewegung bei beiden Arten keine direkte Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben. Bei *Anthriscus silvestris* werden durch die zweite epinastische Bewegung die Staubgefässe zu der Zeit, wenn unter normalen Verhältnissen an ihren Antheren nur noch spärlich Pollen haftet, wenn sie also für die Bestäubung nur noch wenig Wert haben, so stark gesenkt, dass sie von den die Blüten besuchenden Insekten nicht mehr mit denjenigen Körperteilen, welche sich jene vorher an den Antheren hochstehender Staubgefässe am reichsten mit Pollen bestäubt haben, berührt werden, dass sie also den Pollen von dem Insektenkörper nicht oder nur in unbedeutendem Masse wieder abstreifen können. Da sie jedoch, wie dargelegt wurde, viel früher als die Narben konzeptionsfähig werden abfallen, da sie also, auch wenn sie ihre epinastische Bewegung nicht ausführten, die Insekten in keiner Weise hindern würden, die konzeptionsfähigen Narben mit ihren pollenbedeckten Körperteilen zu berühren[1], so hat auch diese epinastische Bewegung keine sehr grosse Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben[2][3]. Eine viel grössere Bedeutung für die Bestäubung der Narben besitzt bei beiden Arten die hyponastische Bewegung der Staubgefässe. Bei *Anthriscus silvestris* befinden sich infolge dieser Bewegung die Antheren zu der Zeit, wenn ihre Pollensäcke aufspringen — dies findet gewöhnlich erst statt, wenn die Staubgefässe ihre hyponastische Bewegung ganz oder fast ganz beendet haben —, und noch einige Zeit nachher, wenn sie also am reichsten mit Pollen bedeckt sind, oberhalb der Nektarien, und zwar ungefähr an denselben Stellen wie — in den zweigeschlechtigen Blüten — später die

---

zu dieser Zeit ihre Öffnung ganz oder ungefähr nach oben. Nach dem Blühen verlängern sich die Blüten- und Döldchenstiele noch etwas, wobei sie sich etwas senken, so dass nicht nur die einzelnen Blüten der Döldchen — in denen sich die Griffel und der Discus noch etwas vergrössern —, sondern auch die einzelnen Döldchen der Dolde etwas auseinander rücken.

[1] Es ist nicht ohne Bedeutung, dass die Griffel erst so spät heranwachsen, da sie, falls sie von vornherein ihre endgültige Länge besässen, die Abstreifung des Pollens von den Antheren durch die Besucher erschweren und ausserdem einen Teil des an dem Insektenkörper haftenden Pollens von jenem, und zwar wegen der Unreife der Narben ganz nutzlos, wieder abstreifen würden.

[2] Bei *Anthriscus vulgaris* hat diese Bewegung gar keine Bedeutung für die Bestäubung.

[3] Eine viel grössere Bedeutung hat diese Bewegung bei denjenigen auf Insektenbestäubung angewiesenen Gewächsen mit ähnlicher Blüteneinrichtung, deren Staubgefässe nicht abfallen, z. B. bei zahlreichen ausgeprägt proterandrischen *Galium*-Arten.

konzeptionsfähigen Narben. Infolge dessen werden die letzteren von den Besuchern, die entweder auf den — in dichtblütigen Döldchen und Dolden vereinigten — Blüten ziemlich unbeweglich sitzen oder sich auf diesen lebhaft bewegen oder über sie hinweg kriechen, mit denselben Körperteilen berührt, mit welchen die Besucher beim Besuche der jüngeren Blüten die dicht mit Pollen bedeckten Antheren berühren und welche sie sich hierbei mehr oder weniger reichlich mit Pollen behaften. Bei *Anthriscus vulgaris* gelangen die Staubgefässe durch ihre hyponastische Bewegung so weit nach innen, dass ihre Antheren, deren Pollensäcke nicht lange vorher aufspringen und an denen in der Regel noch recht viel Pollen haftet, die zu dieser Zeit konzeptionsfähigen Narben berühren und hierbei unbedingt bestäuben.

Bei *Anthriscus silvestris* haben nicht nur die hyponastische Bewegung der Staubgefässe und der Umstand, dass sich die Pollensäcke gewöhnlich erst öffnen, wenn die Staubgefässe ihre hyponastische Bewegung ganz oder fast ganz beendet haben, sondern auch der Umstand, dass die, ursprünglich introrsen, Antheren zu der Zeit, wenn sich ihre Pollensäcke öffnen, und noch einige Zeit nachher, ungefähr senkrecht zu ihren Filamenten[1]) und ungefähr parallel zu der Oberfläche der Nektarien und der Dolde stehen, sowie der Umstand, dass sich die Wandungen der Pollensäcke nach deren Öffnung so weit nach aussen krümmen, dass sie zusammen ein kahnförmiges Gebilde bilden, dessen Kiel so lange wie die Anthere ungefähr parallel zur Oberfläche der Dolde steht direkt nach oben gerichtet ist und dessen Seitenflächen — die ursprünglichen Innenflächen der Pollensäcke — mit Pollen bedeckt sind, grosse Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung. Denn infolge dieser Lageveränderung der Antheren und ihrer Pollensackwandungen befindet sich der Pollen zu der Zeit, wenn die Antheren am reichsten mit Pollen bedeckt sind und sich an solchen Stellen befinden, dass sie von den Besuchern der Blüte mit denselben Körperteilen berührt werden, mit welchen jene in den älteren zweigeschlechtigen Blüten die konzeptionsfähigen Narben berühren, in einer solchen Lage, dass er durch die — auf den Blüten sitzenden oder sich auf diesen hin und her bewegenden oder über sie hinweg kriechenden — Besucher bequem von der Antherenoberfläche abgestreift werden kann. Die Abstreifung des Pollens von der Anthere durch die besuchenden Insekten wird noch dadurch, dass die Anthere während des Aufspringens ihrer Pollensäcke eine grosse Beweglichkeit erhält[1]), erleichtert, da infolge hiervon die Anthere sich dem Körper des Besuchers enger anschmiegt und einen viel grösseren Teil ihrer pollenbedeckten Oberfläche mit ihm in Berührung bringt, als wenn sie am Filamente unbeweglich befestigt wäre.

---

[1]) Die Erscheinung, dass die Antheren sich vor dem Aufspringen ihrer Pollensäcke oder während dieses senkrecht oder ungefähr senkrecht zu ihren Filamenten und ungefähr parallel zu der Oberfläche des Blütenstandes stellen und diese Stellung einige Zeit, und zwar wenigstens so lange, als unter normalen Verhältnissen Pollen in reichlicherer Menge an ihnen haftet, beibehalten, dass die Wandungen ihrer Pollensäcke nach deren Öffnung eine solche Lage annehmen, dass die — von den ursprünglichen Innenflächen der Pollensäcke gebildeten — pollenbedeckten Flächen der Antheren so lange, als die Antheren ihre angegebene Stellung zum Blütenstande besitzen, mehr oder weniger nach oben — d. h. von der Oberfläche des Blütenstandes und dem Grunde der Blüte weg — gerichtet sind, und dass sich später die mit konzeptionsfähigem Narbengewebe bedeckten Griffelpartien ganz oder ungefähr in derselben Lage, sowie ungefähr in derselben Entfernung von der Oberfläche des Blütenstandes und vom Grunde der Blüte und ungefähr in derselben Ebene — wenn auch meist nicht an denselben Stellen — befinden, wie vorher die pollenbedeckten Flächen der Antheren, findet sich ausser bei den beiden im vorstehenden behandelten und zahlreichen anderen Umbelliferen-Arten auch bei einer grossen Anzahl ebenfalls proterandrischer Arten anderer Familien mit kopfigen oder doldigen oder dichtblütigen trugdoldigen Blütenständen, mit zur Zeit des Ausstäubens der Antheren und der Konzeptionsfähigkeit der Narben das Perianth der Blüte überragenden Staubgefässen und Griffeln und mit im Blütengrunde bezw. in der Blütenmitte befindlichem, leicht erreichbarem Honig, deren Blüten von den Insekten in derselben Weise besucht und ausgebeutet werden wie die von *Anthriscus silvestris*. Solche Arten sind z. B. *Mentha aquatica* und *Mentha arvensis*, *Valeriana officinalis* und verwandte *Valeriana*-Arten, sowie zahlreiche Dipsacaceen, z B. *Knautia arvensis*, und *Scabiosa*-Arten. Ähnlich verhalten sich manche grössere einzeln stehende oder doch nicht in dicht- und reichblütigen Blütenständen vereinigte Blüten mit zahlreichen während des Ausstäubens der Antheren das geöffnete Perianth überragenden Staubgefässen, mit während der Konzeptionsfähigkeit der Narben ebenfalls das

Auch bei *Anthriscus vulgaris* hat der Umstand, dass die Antheren nach der Öffnung ihrer Pollensäcke einen hohen Grad von Beweglichkeit besitzen, eine grosse Bedeutung für die Bestäubung der Narben. Denn die Antheren legen sich, wenn sie durch die Filamente an die Griffel gedrückt werden, infolge ihrer grossen Beweglichkeit meist gerade mit einer ihrer pollenbedeckten Seitenflächen an die konzeptionsfähige Griffeloberfläche an.

Die einjährige *Anthriscus vulgaris* stammt offenbar von einer ausdauernden[2]) Art ab[3]), bei welcher das Blühen der Blüte ebenso langsam verlief wie bei *Anthriscus silvestris*, und welche infolge dessen wie diese Art keine spontane Selbstbestäubung besass, sondern auf

---

Perianth überragenden Griffeln und mit in der Blütenmitte oder am Grunde der Staubgefässe befindlichem, leicht erreichbarem Honig, z. B. die Blüten von *Rubus*-Arten. Diese Einrichtungen haben bei diesen Gewächsen dieselbe Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben wie bei *Anthriscus silvestris*.

[1]) Es ist eine weit verbreitete Erscheinung, dass während des Aufspringens der Pollensäcke — durch das Kollabieren des Schaltstückes — die bis dahin unbeweglich am Filamente befestigte Anthere einen hohen Grad von Beweglichkeit erhält.

[2]) *Anthriscus vulgaris* stammt entweder direkt von einer solchen Art oder erst von einer auf eine solche Art zurückgehenden, mit spontaner Selbstbestäubung ausgestatteten Art ab.

[3]) Wahrscheinlich stammen in den höher stehenden Dicotylen-Familien alle Arten, in deren Blüten regelmässig spontane Selbstbestäubung, d. h. Bestäubung

Bestäubung durch Insekten angewiesen war. Entsprechend der schnellen Entwicklung der vegetativen Teile verläuft bei *Anthriscus vulgaris* auch das Blühen schnell, viel schneller als bei *Anthriscus silvestris.* Die erste epinastische Bewegung ist bei ihr unbedeutender als bei dieser Art, dafür ist jedoch die hyponastische Bewegung bei ihr bedeutender als bei *Anthriscus silvestris.* Auch bei den meisten übrigen Gattungen oder Familien[1], deren Arten nutierende Staubgefässe besitzen, ist die hyponastische Bewegung der Staubgefässe in der Regel desto bedeutender, je kürzer die Blühdauer der Blüte der betreffenden Art ist.

---

des konzeptionsfähigen Gewebes der Blüte mit dem Pollen derselben Blüte durch deren eigene Kräfte, stattfindet, von solchen Arten ab — vergl. hierzu S. 28 Anm. 2—, in deren Blüten spontane Selbstbestäubung entweder gar nicht oder doch nicht regelmässig stattfand, die vielmehr ganz oder fast ganz auf Insektenbestäubung angewiesen waren. Die Individuen der meisten dieser Arten mit regelmässiger spontaner Selbstbestäubung besitzen wie die von *Anthriscus vulgaris* kurze — ein- oder zweijährige — Lebensdauer und können sich nicht auf vegetativem Wege fortpflanzen. Für solche Gewächse ist, wenn sie nicht mit besonders wirksamen Mitteln zur Anlockung von Insekten ausgestattet sind und ihre Individuen nicht eine längere Blühdauer besitzen, oder wenn ihre Blüten nicht regelmässig durch bewegte Luft oder bewegtes Wasser bestäubt werden, regelmässige spontane Selbstbestäubung unentbehrlich, da sie ohne alljährliche oder fast alljährliche reiche Samenproduktion nicht existieren können, diese aber nur bei regelmässig stattfindender spontaner Selbstbestäubung erfolgt. Zweifellos können aus Arten mit regelmässiger spontaner Selbstbestäubung wieder Arten hervorgehen, deren Blüten keine oder keine regelmässige spontane Selbstbestäubung besitzen. Die Anzahl derjenigen Arten, in deren Blüten regelmässig spontane Selbstbestäubung stattfindet, ist sehr bedeutend; recht viele dieser Arten sind ganz auf diese Bestäubung angewiesen, da ihre Blüten nur selten — die mancher Arten fast nie — auf andere Weise bestäubt werden. Es scheint dies manchen neueren botanischen Schriftstellern, z. B. NOLL, unbekannt geblieben zu sein. NOLL äussert sich in seiner Bearbeitung der Physiologie in dem „Lehrbuch der Botanik für Hochschulen“ von STRASBURGER, NOLL, SCHENCK und KARSTEN (6. Aufl., 1904, S. 250) über die Bestäubung der Phanerogamen folgendermassen: „Die doppelt umhäuteten Pollenkörner besitzen keine Eigenbewegung, sondern werden mit fremder Hilfe (durch Luft- oder Wasserströmungen, vornehmlich aber durch Tiere) direkt auf die Samenanlagen oder auf die Fruchtknoten übertragen.“ Auf den folgenden Seiten behandelt er nun diese drei Arten der Pollenübertragung etwas eingehender, darauf sagt er (S. 252): „Wenn wir trotzdem in einer Minderzahl von Fällen Selbstbefruchtung als Regel oder Notbehelf vorfinden, so beweist das . . .“ „Häufig führt aber die regelmässig erfolgende Selbstbestäubung nicht auch zur Selbstbefruchtung . . .“ „In gewissen Fällen tritt Selbstbefruchtung ein, wenn eine Fremdbestäubung überhaupt nicht erfolgt, oder sie geht auch neben dieser her . . .“ „Bei manchen Familien kommen neben den grossen, auf Kreuzbefruchtung durch Insekten eingerichteten Blüten kleine unscheinbare Blütchen vor, die . . . sich gar nicht entfalten und nur durch Selbstbefruchtung Samen tragen.“ NOLL scheint somit auch bei der „Selbstbestäubung“ eine Pollenübertragung durch „fremde Hilfe“ anzunehmen.

[1] So z. B. in der Familie der Alsinaceen, wie ein Vergleich von *Cerastium arvense* L., *Stellaria graminea* L., *Malachium aquaticum* (L.), *Cerastium triviale* Lk. und *C. semidecandrum* L. erkennen lässt.

4. F. Heydrich: Polystrata, eine Squamariacee aus den Tropen.

Mit Tafel I.

Eingegangen am 19. Januar 1905.

Unter den im Jahre 1894 erhaltenen Kalkalgen[1]) befanden sich einige steinharte Exemplare von so eigenartigem geschichteten und mit Tetrasporangienreihen versehenen Thallus, dass ich sie anfangs für *Sporolithon* hielt. Es bestätigt aufs neue meine Ansicht, welche ich seinerzeit in der Arbeit „Eine Skizze fossiler Melobesieae“ [2]) festgelegt habe, dass die rezenten Corallinaceen von den fossilen zu trennen seien, sobald man die feinen Merkmale der Früchte zur Klassifizierung heranzieht, da selbstverständlich diese in den fossilen Exemplaren nicht mehr vorhanden sind. Ein Dünnschliff eines krustenartigen fossilen *Archaeolithothamnion* nach der ROTHPLETZ[3])-FOSLIE'schen[4]) Auffassung, worauf dies Genus gegründet, ist kaum von dem neuen Genus *Polystrata* zu unterscheiden, noch dazu, wenn ältere Krusten Verwendung fanden.

Die Pflanzen überziehen krustenartig die grossen und kleinen, meist freiliegenden Korallenstücke mit einer etwa 100 μ dicken Schicht, die sehr fest jeder Falte oder Erhöhung des Substrates sich anschmiegt und vollkommen steinhart verkalkt ist. Die Ausdehnung einer solchen jüngsten Kruste kann sehr verschieden sein, von wenigen Bruchteilen eines Millimeters bis zu einigen Zentimetern. Solche Schichten können bis 40 übereinander gelagert erscheinen, so dass der Thallus fast $^1/_2$ *cm* dick ist.

Im senkrechten Schnitt durch eine solche Schicht, der aber parallel der Wachstumsrichtung des Randes laufen muss, zeigt sich zunächst, wagerecht über das Substrat wachsend, eine Basalschicht länglich rechteckiger Zellen, aus ein bis zwei Reihen bestehend, von 3—4 μ Dicke und 10—14 μ Länge (Taf. I, Fig. 4). Hiervon erheben sich senkrecht in kurzen Bogen fünf bis acht Reihen dichotom geteilter eckig-ovaler Zellen von 5—8 μ, über welche sich eine fünf- bis sechseckige geschlossene Kutikulaschicht ausdehnt (Taf. I, Fig. 5).

---

1) HEYDRICH, Neue Kalkalgen. Bibl. Bot. 1897, Heft 41.

2) In Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1900, S. 79.

3) ROTHPLETZ, Fossile Kalkalgen. Zeitschr. der Deutschen Geol. Gesellsch. 1891, S. 295—322.

4) FOSLIE, Rev. syst. Surv. of the Melobesieae. K. Nor. Vid. Selsk. Skr., 1900, Nr. 5, S. 8.

Sämtliche Zellfäden verlaufen nach dem Rande zu in radial strahlenförmiger Anordnung von einem Mittelpunkte aus und endigen überall in eine grosse längliche, dicht mit Plasma angefüllte Scheitelzelle (Taf. I, Fig. 1, 2, 3, 7). Nach hinten zu teilt dieselbe senkrecht zur Wachstumsrichtung einmal mehr nach oben rechts, das andere Mal mehr nach links oben eine zweite Reihe Basalzellen ab (Taf. I, Fig. 2). Der radial kreisartige Verlauf dieser Zellreihen kommt, wie bei den Melobesien, dadurch zu Stande, dass die subdichotomen Teilungen in der Scheitelzelle parallel zur Wachstumsrichtung und sehr regelmässig erfolgen (Taf. I, Fig. 3). Sorgt somit die Scheitelzelle lediglich für das Wachstum in radialer und horizontaler Richtung, so liegt die Bildung der senkrechten Zellreihen ausschliesslich der vorletzten Scheitelzelle ob.

Auf dieser ganzen Zellschicht bis fast an die äusserste Randzone verteilt entstehen nun die kaum über die Oberfläche hervorragenden und häufig zusammenfliessenden Tetrasporangien-Nemathecien mit einem Durchmesser von 30 - 500 μ und darüber (Taf. I, Fig. 1, 7, 9).

Da solche völlig gleichmässig und parallel zu einander laufenden Schichten (Taf. I, Fig. 6) bisher seltener unter den Algen beobachtet wurden, so ist die Frage ihres Aufbaues um so interessanter. Zunächst liegt der Gedanke nahe, dass dieser Wachstumsprozess ähnlich dem einiger Squamariaceen sei und durch einfaches Durchwachsen der älteren Zellfäden geschehe, und so Generation auf Generation sich aufbaue; dann aber wird man leicht geneigt sein, diese Schichten als übereinander gewachsene Verzweigungen aufzufassen; leider treffen alle diese Vermutungen hier nicht zu, trotzdem sie äusserlich so scheinen.

Durchmustert man nämlich einen gut geführten senkrechten Schnitt, so macht es den Eindruck, als wenn an einigen Stellen ein Bündel Zellen von der Basalschicht aus die über ihr liegende durchbreche und so Schicht mit Schicht verbinde.

Diese Beobachtung geschah aber an einem älteren Exemplar. Nimmt man nun aber jüngere Krusten, so wird dieser ganze Wachstumsprozess auf die Anhaftung von Keimpflanzen zurückzuführen sein. Doch um dies näher zu erörtern, müssen wir zur Bildung des Nematheciums selbst zurückgreifen.

Häufig trifft man Exemplare, deren Oberflächen auf grosse Strecken bis zu 6 *cm* Ausdehnung mit 50 bis 100 mehr oder weniger räumlichen, häufig zusammenfliessenden Nemathecien bedeckt sind, so dass schliesslich eine völlig geschlossene Fruchtschicht über dem Ganzen lagert. Solche Exemplare haben eine braune Farbe, und die Nemathecien heben sich als rundliche schwarze Flecken von der Oberfläche ab, weshalb dieser Form die Bezeichnung „nigra“ beigelegt wurde. Man vergleiche hierzu die Fig. 1 auf Taf. I, in der die schwarzen Flecke an der oberen Randzone eine Reihe solcher Nemathecien darstellen. Die helleren Flecken sind junge Thallome, von denen bereits einige ein schwarzes Zentrum zeigen, den Beginn neuer Fruchtanlagen.

Es kommen aber nicht ausschliesslich solche schwarze Exemplare vor, vielmehr fanden sich unter dem vorhandenen Material einige wenige mit hellbrauner Oberfläche und ganz kleinen, kaum 50 μ im Durchmesser betragenden Nemathecien, die ziemlich hoch über die Kutikula emporragten, ähnlich wie bei *Peyssonelia*. Solche Exemplare möchte ich als forma *fusca* abgrenzen. Die Nemathecienfäden dieser hellbraunen Exemplare sind viel länger als die der schwarzen; was aber die hellbraunen besonders interessant macht, ist eine ziemlich geschlossene und fast wie ein *Lithothamnion*-Konzeptakel gewölbte Schicht von Kalkkristallen, die, wie aus der Fig. 11 auf Taf. I ersichtlich ist, über der Kutikularschicht des Nematheciums lagert. Die Fig. 12 stellt einen Teil dieser Wölbung von oben gesehen dar; man kann ziemlich deutlich sechs bis sieben Kristallzellen zu einer regelmässigen Figur angeordnet erkennen.

Die einzelnen Kristallzellen enthalten radiär angeordnete Nadeln (Fig. 14). Von der Seite gesehen (Fig. 13) erscheinen ihre Zellen so angeordnet, dass man ihre Entstehung aus einer Mutterzelle vermuten darf. Die aus einer solchen hervorgegangenen Tochterzellen bieten als Ganzes das Aussehen einer ovalen, plattgedrückten Zellfamilie.

Die Bedeutung, die Ablagerungsart und die chemische Natur der strahligen Krystallnadeln ist nicht aufgeklärt. Jedoch ist die Herstellung eines Präparates mit solchen eine sehr einfache, denn man braucht nur mit einem feinen Messer ein Nemathecium abzuheben und schnell im Wasser zu untersuchen. Freilich lösen sich die Kristalle im Wasser bald auf.

Kehren wir nach dieser Abschweifung zu den Nemathecienanlagen zurück, so ersehen wir aus der Ausdehnung derselben, dass sie nach und nach die ganze Schicht überziehen. Aus der Fig. 9 ist somit der ganze Aufbau des Thallus ersichtlich: Im Zentrum bei *b* die kurzen Rhizoiden, bei *a* stossen zwei Exemplare zusammen; dann folgt die vegetative Schicht *c* und die dazu gehörige Nematheciumlage *d*; dasselbe wiederholt sich bei dem darüber liegenden Exemplar, wo *e* die vegetative und *f* die Früchteschicht darstellt. Auf diese Weise ist der ganze Thallus, wovon einen Teil die Fig. 6 darstellt, aufgebaut.

Das Tetrasporangium, welches sich in der Jugend als schmale, lange Zelle zu erkennen gibt, grenzt, nachdem die Kernteilungen stattgefunden haben, nach oben die längliche Tetrasporangien-Mutterzelle ab, nach unten aber meist eine tiefbecherförmige, karyoblastische

Zelle von 30 μ Durchmesser, in der die erstere, wie eine reife Eichel in der Hülle steckt (Fig. 11, Taf. I). Aber gerade so wie die Teilungen fast in jedem Tetrasporangium verschieden auftreten, so ist auch jene Zelle von sehr veränderlicher Gestalt, wie dies die Figuren 17, 19, 21 auf Taf. I zeigen. Mitunter kommt es vor, dass, wie in Fig. 17 und 20, mehrere kleine Zellen sich ausscheiden; indessen scheint dies ein anormaler Zustand zu sein.

Das reife Tetrasporangium, welches sogar das eine Paar Sporen quer, das andere längs gespalten teilen kann (Fig. 16, 17), ist oval, 30 μ breit und 46 μ lang (Fig. 15, 18 auf Taf. I).

Unmittelbar nach stattgefundener Teilung keimen die vier Sporen aus, indem die Teilungsebene glatt bleibt, die gegenüberliegende, gebogene Seite aber entwickelt ein bis zwei kleine Vorsprünge (vergl. Taf. I, Fig. 21). Gelangen nun z. B. aus den schwarzen Nemathecien der Figur 1 solche Sporen auf die rückwärts- oder daruntergelegene Generation, so drängen sich die kleinen Keimvorsprünge sofort zwischen die weichen Nemathecienfäden und befestigen so mit drei bis vier geraden, 6—8 μ langen Rhizoiden die Spore. Einen solchen Vorgang stellt die Figur 22 auf Taf. I dar. Der obere, früher gerade Teil der Sporenteilungsebene bildet dann die ersten Scheitelzellen, welche wagerecht und von diesem Zentrum ausgehend ihre Teilungen in einer vollkommen kreisförmigen Scheibe weiterentwickeln. Zwei solcher jungen Pflanzen sind auf der Fig. 7, Taf. I oberhalb gezeichnet. Nunmehr kann man sich durch den Vergleich der Figuren 21, 22, 7 und 1 ein vollständiges Bild von der Spore bis zum ausgewachsenen Individuum machen.

Die weitere Entwicklung zur geschlossenen Schicht, wie Fig. 6 und 9 darstellt, ist nunmehr leicht ersichtlich, denn bei dem ferneren Wachstum jener kreisförmigen Scheibchen, auf Fig. 7, wird bald eine allseitige Berührung eintreten, wie es bereits mit den drei darunterliegenden Thallomen derselben Figur geschehen ist, was durch die verschiedene Zellrichtung dort angedeutet wurde.

Um aber so ungemein gleichmässige und parallele Schichten (Fig. 6) hervorzurufen, ist noch eine besondere Eigenschaft der Pflanze zu erwähnen nötig. Vielfach, besonders bei der grossen Zahl der Lithothamnien, wachsen bekanntlich die krustenartigen Pflanzen übereinander oder aneinander hoch, hier aber hört mit der geringsten Berührung zweier Krusten jede Vegetation auf, sodass, wie aus den Figuren 1, 6, 7 und 9 bei *a* der Taf. I ersichtlich ist, die senkrechte Zellreihe des einen Exemplares sich dicht und ohne die geringste Unterbrechung an die des anstossenden anlegt.

Über die systematische Stellung dieser Alge ist schwer zu entscheiden, weil unter den Squamariaceen noch manche Unklarheiten herrschen. Ich erinnere nur an SCHMITZ's Ausspruch, dass unter

Peyssonelia rubra recht oft ganz verschiedene Spezies in den Herbarien unrechtmässig vereinigt wären. Sogar die Zuziehung von *Peyssonelia Dubyi* zu *Cruoriella* ist nicht überall anerkannt[1]).

Auch bildet z. B. das Fehlen von *Cruoriella armorica* Crn. in BATTERS' Catalog of the British Marine Algae, sowie dasselbe von *Cruoriopsis cruciata* Duf. sowohl bei CROUAN in der Florule Finistère, als auch bei J. C. AGARDH Epicris — und das Vereinigen von *Cruoriella armorica* Crn. mit *Cruoriopsis cruciata* Duf. bei HAUCK, Meeresalgen — etwas sehr Auffälliges.

Nach den bisherigen Mitteilungen über das Genus *Polystrata* liegt eine Squamariee, also entweder *Peyssonelia*, *Cruoriella* oder *Cruoriopsis*, vor. Nun scheidet *Peyssonelia* wegen des blattartigen, mit zahlreichen, am Substrat angehefteten Rhizoiden und regelmässig geteilten Tetrasporangien aus. *Cruoriopsis cruciata* Dufour hat SCHMITZ[2]) genau beschrieben, und hiernach tritt der Unterschied besonders stark in Bezug auf die Tetrasporangien hervor, denn S. 376 heisst es: „Nach der Entleerung desselben (nämlich des Tetrasporangium) wächst die Tragzelle durch und erzeugt ein neues usw.“ Dann aber entstehen an derselben Pflanze Antheridien und Procarpe. Es bleibt nun nur noch *Cruoriella* Crn.[3]) übrig, und in der Tat zeigt die neue Alge ähnliche Nemathecien wie CROUAN's *Cruoriella armorica*, aber der Thallusbau ist ein anderer. Hier besteht er aus gleichmässig rundlichen oder eckigen, gerade aufsteigenden Zellen, die sich nach oben zu verjüngen, ohne die geschlossene Basalschicht; vor allem aber liegt der Hauptunterschied in der eigenartigen Anheftung, in dem Überwachsen alter Thallome und den ungleich geteilten Tetrasporangien der Tami-Alge.

Es bliebe noch zu erwähnen, dass bei *Petrocelis cruenta* J. Ag. (und vielleicht auch bei *Cruoriella armorica* Hauck non Crouan) zwar auch zwei bis drei Schichten entstehen, aber dies ist mehr als Verzweigungsmodus aufzufassen.

Sollte man dennoch die Selbständigkeit des Genus *Polystrata*, nach genauer Feststellung der Genusgrenzen zwischen *Cruoriella* und *Peyssonelia*, die augenblicklich nicht sicher sind, bezweifeln, so gehört dieses neue Genus eher zu *Cruoriella* als zu *Peyssonelia*. Ich behalte mir vor, es dann dorthin einzureihen.

---

1) P. KUCKUCK, Bemerkungen über maritime Algen von Helgoland. Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel 1897, S. 393.

2) SCHMITZ, Untersuchungen über die Fruchtbildung der Squam. in Sitzungsbericht der niederrheinischen Gesellschaft und des Naturhistorischen Vereins Bonn, S. 376, 1879.

3) CROUAN, Notice g. a. d. mar. Brest in Annales des Sciences naturelles, Paris 1859, S. 283.

Diagnose des Genus Polystrata.

Thallus flach krustenartig ausgebreitet mit der ganzen Unterfläche fest am Substrat sitzend, aus zwei bis dreissig übereinander gelagerten, horizontal ausgebreiteten Schichten bestehend. Jede Schicht setzt sich aus mehreren Individuen zusammen, im Zentrum mit wenigen kurzen Rhizoiden befestigt, welche in das Substrat hineindringen und in eine basale Zellfläche übergehen, deren Zellen radial ausstrahlende Reihen bilden. Aus diesen erheben sich in schwachen Bogen aufsteigend vertikale parallele und dichotome Zellreihen, die unter sich nicht vertüpfelt sind, in einer Höhe endigen und mit einer Cuticula abgeschlossen werden. Collode stark verkalkt. Tetrasporangien in kleinen oder grösseren, fast über die ganze Schicht ausgebreiteten, kaum hervorragenden Nemathecien, einzeln am Ende eines vertikalen Zellfadens, unregelmässig geteilt. Cystocarpien und Antheridien nicht bekannt, aber nicht auf den gleichen Individuen wie die Tetrasporangien.

Polystrata dura sp. nov.

Der Thallus überzieht das Substrat in vielen Schichten, nuss- bis faustgrosse Knollen bildend. Die sonstige Diagnose ist die des Genus.

forma nigra f. nov. Taf. I, Fig. 1, 7, 9.

Oberfläche dunkelbraun mit grossen schwarzen Nemathecien, fast zu einer Schicht zusammenfliessend.

forma fusca f. nov. Taf. I, Fig. 11, 12.

Oberfläche hellbraun mit kleinen hellbraunen vereinzelten Nemathecien.

Vorkommen: Auf Korallen und Kalkstücken von den Tami-Inseln bei Deutsch-Neu-Guinea, durch Missionar BAMLER gesammelt.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Oberfläche des Thallus mit jungen Pflanzen (hellere Punkte) und Nemathecien (dunklere Punkte). Vergr. 5.

„ 2. Scheitelzelle, welche nach rückwärts die senkrechten Zellen abgliedert. Vergr. 580.

„ 3. Scheitelzelle, welche subdichotom sich teilt; die untere Zelle ist die vorhergehende Scheitelzelle, welche senkrechte Zellreihen abgliedert. Vergr. 580.

„ 4. Senkrechter Schnitt in der Wachstumsrichtung durch einen sterilen Thallus. Vergr. 435.

„ 5. Entkalktes Stück Kutikulazelle mit einem Tetrasporangium, von oben gesehen. Vergr. 435.

„ 6. Senkrecht zur Oberfläche geführter Dünnschliff durch einen Thallus mit 19 Schichten und Tetrasporangien; als Substrat ist ein Stück *Lithophyllum oncodes* Heydr. mit fünf Konzeptakeln benutzt. Vergr. 27.

Fig. 7. Ein Teil der Fig. 1 entkalkt, von oben gesehen. Links ein halbkreisförmiges Thallusstück mit Tetrasporangien. Oben zwei kreisrunde Keimpflanzen. Rechts eine grössere runde Keimpflanze mit jungen Nemathecien. In der Mitte unten ein junges Nemathecium; darunter drei ältere aneinander stossende Pflanzen mit leeren Tetrasporangien. Vergr. 95.
„ 8. Senkrechter Schnitt durch zwei ältere entkalkte Thallome mit Tetrasporangien; in der Mitte die Rhizoiden. Vergr. 145.
„ 9. Senkrechter entkalkter Durchschnitt durch ein Stück der Fig. 1. Bei *a* zwei aneinander stossende Thalli. *b* Rhizoiden, *c* und *e* Assimilationsschicht, *d* und *f* die dazu gehörige Nematheciensсhicht. Vergr. 95.
„ 10. Stück aus dem Nemathecium der Fig. 9. Vergr. 200.
„ 11. Senkrechter Schnitt durch ein Nemathecium der forma *fusca* mit jungem Tetrasporangium und darunter befindlicher karyoblastischer Zelle. Über der Kutikula lagern drei Kalkkristalle. Vergr. 580.
„ 12. Kalkkristalle aus der Nematheciumdecke der Fig. 11. Von oben gesehen. Vergr. 180.
„ 13. Kalkkristalle von der Seite gesehen. Vergr. 580.
„ 14. Kalkkristalle von oben gesehen. Vergr. 580.
„ 15—20. Verschiedene Tetrasporangienteilungen. Vergr. 300.
„ 21. Vier keimende Tetrasporen im Tetrasporangium. Vergr. 300.
„ 22. Keimende Spore, welche sich mit kurzen Rhizoiden in den vorhergehenden Thallus hineinbohrt. Vergr. 200.

5. H. C. Schellenberg: Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen.

Eingegangen am 19. Januar 1905.

A. FISCHER hat in seinen schönen Untersuchungen über die Physiologie der Holzgewächse gezeigt, dass während des Winters die Stärke in den Hölzern verschwindet und dafür der Glykosegehalt sich erhöht. Mit dem Eintritt der Frühlingswärme wird bei seinen „Stärkebäumen“ die Stärke wieder neu gebildet. Bei den „Fettbäumen“ bildet sich während des Winters fettes Öl, das dann im Frühling aufgebraucht wird. Daneben ist in der Rinde etwas Glykose enthalten, und ein noch unbekannter Körper soll während des Winters in den Hölzern gebildet werden.

In einer jüngsthin erschienenen Arbeit sagt LECLERC DU SABLON, dass sich bei Weidenstecklingen im Herbst Hemicellulosen bilden, die im Frühling wieder aufgelöst werden. Der Ort, wo diese Ablagerung der Hemicellulose stattfindet, ist das Libriform, wo im Winter unverholzte Innenlamellen in einzelnen Fasern zu sehen sind. Nach seiner Figur kann kein Zweifel sein, dass LECLERC DU

SABLON die innere Verdickungsschicht der Libriformfasern, die SANIO als Gallert- oder Knorpelschicht bezeichnet hat, als Hemicellulosenschicht anspricht, und diese soll im Frühling wieder aufgelöst werden.

Aus den Angaben der Chemiker darf man schliessen, das Hemicellulosen auch im Holzkörper unserer Waldbäume sich vorfinden,[1]) doch ist es wahrscheinlich, dass die gleichen Stoffe auch in der Rinde vertreten sind, wenn auch nach dieser Richtung bestimmte Angaben fehlen.

Es fragt sich somit, ob diese Hemicellulosen im Stoffwechsel der Pflanze die Funktion eines Reservestoffes besitzen, oder ob sie nur als Baustoffe in den verschiedenen Membranen sich vorfinden.

M. C. POTTER hat im Januarheft der Annals of Botany 1904 darauf aufmerksam gemacht, dass die inneren unverholzten Lamellen in den Libriformfasern, die SANIO bereits als Gallert- oder Knorpelschicht bezeichnet hat, von Bakterien und Pilzen leicht aufgelöst werden. Er hält sie für reine Celluloseschichten und glaubt, dass sie infolge einer angehaltenen Entwickelung sich nicht verholzt haben, wie bereïts auch SANIO angenommen hatte. Die physiologische Funktion dieser Lamellen gibt er als unbekannt an. Demgegenüber sagt LECLERC DU SABLON — wenigstens für seine Weidenstecklinge — dass diese Innenlamelle Hemicellulose sei und dass sie im Frühjahr wieder gelöst werde. Sie sei mithin ein Reservestoff.

Bereits im vergangenen Winter habe ich mich mit dieser Frage beschäftigt, und im Frühjahr habe ich nach Auflösungserscheinungen gesucht, noch bevor die Arbeit von LECLERC DU SABLON erschienen war. Ich gelangte dabei zu folgenden Resultaten:

1. *Aesculus Hippocastanum.* Die Libriformfasern zeigen stellenweise innere Lamellen, die sich leicht von den anderen Schichten loslösen und sich mit Chlorzinkjod weinrot färben. Ihre Verteilung ist unregelmässig. Sie finden sich im Frühlings- und Herbstholz, in dünnen einjährigen Zweigen wie in älteren Zweigen. An einem 15jährigen Aste waren sie im jüngsten wie im ältesten Jahrringe zu finden, aber immer nur an einzelnen Stellen, während sie an anderen gleich alten Stellen fehlen. Untersucht man zu verschiedenen Jahreszeiten, so findet man diese Schicht immer, sowohl im Frühling nach der Knospenentwicklung wie im Winter. Ich hatte mir viel Mühe im Frühjahr gegeben, um die Auflösung dieser Schicht eventuell zu beobachten und untersuchte austreibende Zweige in verschiedenen Stadien. Es war mir nicht möglich, Auflösungsfiguren zu beobachten oder chemische Veränderungen nachzuweisen, die auf eine teilweise

---

[1]) Eine schöne zusammenfassende Darstellung über die chemische Zusammensetzung des Holzes gab jüngsthin E. SCHULZE. Schweiz. landwirtsch. Jahrbuch 1904.

Lösung schliessen lassen. Selbst im Holz unmittelbar hinter einer kräftigen Endknospe konnte keine Auflösung beobachtet werden. Zudem ist zu betonen, dass diese Libriformfasern mit den Gallertschichten Luft führen und somit kein lebendes Plasma enthalten, wie die anderen Libriformfasern. Der Protoplast stirbt hier frühzeitig ab, und schon zur Zeit des Laubfalles ist im diesjährigen Holze kein lebendes Plasma in den Libriformfasern zu sehen. Diese Tatsache spricht auch gegen die Möglichkeit einer Auflösung dieser Innenlamelle im Frühjahr.

POTTER hat diese unverholzte Innenlamelle als eine Celluloseschicht bezeichnet. Beim einstündigen Kochen mit 5 prozentiger Schwefelsäure geht aber diese Lamelle in Lösung, während die anderen Schichten ungelöst zurückbleiben. Somit ist diese Schicht zu den Hemicellulosen zu stellen. Damit stimmt auch die leichte Angreifbarkeit dieser Membranlamelle durch Bakterien überein.

Betula verrucosa. Die innerste Lamelle der Libriformfasern ist meist unverholzt und gibt blaue bis violette Farben mit Chlorzinkjod. Die Mittellamellen sind stark verholzt und die Verdickungsschichten wenig oder gar nicht. Diese Innenlamellen lösen sich selten los. Sie sind im einjährigen Zweige, wie im Holz dicker Äste, in allen Jahrringen vertreten. Die Libriformfasern sind bereits im Herbst überall luftführend; ihr Protoplasma ist abgestorben. Es gelang auch hier nicht, im Frühling während der Bildung neuer Triebe eine Auflösung zu beobachten.

Ebenso konnte bei Buche, Eiche und Esche, Haselnuss, Erle keine Lösung der inneren Schichten im Frühling nachgewiesen werden. Bei längerem Kochen mit 3prozentiger Schwefelsäure gehen die unverholzten Lamellen in Lösung; sie bestehen somit aus Hemicellulose.

Vitis vinifera. Während bei den vorhin genannten Hölzern in den Libriformfasern das Plasma abgestorben war, bleibt dasselbe bei *Vitis* erhalten; in den Libriformfasern lagert sich Stärke ab und wird auch wieder aufgelöst. Stark verholzt ist nur die Mittellamelle, die innerste Schicht ist unverholzt und zwischen beiden nimmt die Verholzung nach innen allmählich ab. In den verschiedenen Holzpartien einer Pflanze ist die Ausbildung der Libriformfasern ungleich. In den kräftigsten Holzpartien an der Basis der Schosse ist die unverholzte Innenlamelle am stärksten ausgebildet, während sie in dem oberen Teile der Schosse nicht oder viel schwächer sich vorfindet. Es scheint, dass sie besonders im gut ausgereiften Holz sich kräftig ausgebildet hat und dass die Holzreife mit der Ausbildung dieser Innenlamelle im Zusammenhang steht.

Im Frühling bei der Bildung der jungen Triebe wird nicht nur die Stärke in den Libriformfasern aufgelöst, sondern es wird auch aus der Membransubstanz ein Teil herausgelöst. Man beobachtet zu dieser Zeit recht häufig in Libriformfasern auf Querschnitten Korrosionsfiguren. Es bilden sich vom Zentrum feine Kanälchen, welche die ganze Verdickungsschicht durchsetzen. Ein Teil der Membran wird herausgelöst, und ein anderer bleibt ungelöst zurück. Die Korrosionskanälchen, die man beobachtet, sind deswegen nur Differenzierungen zwischen dichter und weniger dichter Wandsubstanz. Auch mit dem Polarisationsmikroskop lässt sich nachweisen, dass die Substanz der Gallertschicht nach der Auflösung weniger dicht geworden ist. Es funktioniert darum diese Schicht als Reservestoffbehälter, die über Winter Hemicellulose speichert und im Frühling wieder in Lösung geht.

Robinia Pseud-Acacia. Auch bei dieser Holzpflanze führen die Libriformfasern im Winter Stärke, die im Frühling wieder aufgelöst wird. Das Plasma dieser Zellen bleibt somit lange tätig. Die Libriformfasern besitzen unverholzte Innenlamellen von ansehnlicher Dicke. Untersucht man im Frühjahr kräftige austreibende Zweige, so zeigt sich in den Libriformfasern eine ähnliche Auflösung der inneren unverholzten Lamellen wie bei *Vitis*. Vom Zentrum aus bilden sich feine Korrosionskanälchen in der unverholzten Schicht, bis die ganze Substanz davon durchsetzt ist. Diese Lamelle ist nach dem Auflösungsprozess bedeutend weniger dicht als vor der Auflösung. Ein Teil der Substanz ist somit herausgelöst worden.

Es ist wahrscheinlich, dass auch bei anderen Hölzern, wo Stärke im Libriform gespeichert wird, die unverholzten Innenlamellen im Frühling wieder teilweise herausgelöst werden; so vermute ich den gleichen Vorgang für *Acacia floribunda*, und nach GRÜSS scheint ein ähnlicher Vorgang bei den Gummi-Akazien zu bestehen.

Die Untersuchungen über die unverholzten Innenlamellen der Libriformfasern geben als Resultat, dass diese Schicht aus Hemicellulosen besteht. Sie wird nur dort teilweise aufgelöst, wo lebendes Plasma in den Libriformfasern lange erhalten bleibt, wie bei *Vitis vinifera* und *Robinia Pseud-Acacia*; in den anderen Fällen, wo in den Libriformfasern das Plasma frühzeitig abstirbt und diese Fasern im Frühling luftführend sind, konnte eine Lösung nicht beobachtet werden¹).

Es fragte sich weiter, ob in der Rinde unserer Waldbäume sich Membranen vorfinden, die teilweise beim Knospenaustrieb gelöst werden. Nach einigen vergeblichen Bemühungen war es mir gelungen, solche Lösungen nachzuweisen.

Bei *Fraxinus excelsior* ist von SCHAAR bereits eine solche Auf-

---

1) Die Verhältnisse an Weidenstecklingen habe ich noch nicht geprüft und kann deshalb nicht angeben, ob die Vermutung von LECLERC DU SABLON richtig ist.

lösung in den verdickten Membranen der Knospenschuppen beim Knospenaustrieb beobachtet worden. Ich habe den Vorgang ebenfalls gesehen, doch nicht allein in Knospenblättern, sondern auch im Parenchym der primären Rinde der Zweige.

An kräftigen einjährigen Zweigen der Esche findet man die Membranen der primären Rinde im Winter stark verdickt. Aussen ist eine Schicht Collenchym, wo die Verdickungen hauptsächlich auf den tangential verlaufenden Wänden der Zellen sich vorfinden. Innerhalb der abgeplatteten Zellen des Collenchymringes ist die primäre Rinde in Form grösserer isodiametrischer Zellen ausgebildet, welche zahlreiche einfache Tüpfel besitzen. Dieser innere Teil der primären Rinde ist mächtig entwickelt, besonders unmittelbar unter einer Knospe. Im Winter ist in dieser Schicht keine oder sehr wenig Stärke zu beobachten. Die Zellen sind mit dichtem Plasma gefüllt und zeigen kleine spärliche Öltröpfchen.

Ein kräftiger unterbrochener Bastring trennt die sekundäre Rinde. In ihr sind alle Membranen zur Winterzeit ansehnlich verdickt und unverholzt. Wenn im Frühling die Knospen austreiben, so kann man am Knospengrunde in dem verdickten Parenchym der primären Rinde Lösungsfiguren beobachten. Es bilden sich senkrecht zur Oberfläche kleine Kanälchen, die sich auch verzweigen und fortschreiten, bis schliesslich die ganze Dicke der Membran durch den Auflösungsvorgang betroffen ist. Ein ansehnlicher Rest der Membran bleibt ungelöst zurück. Die Korrosionskanälchen sind deshalb nur als Differenzierungen von dichter und weniger dichter Substanz aufzufassen. Zwischen den einen Substanzteilchen, die ungelöst zurück bleiben, werden andere weggelöst, so dass am Ende des Lösungsprozesses die Membranen dieser Zellen nur ein wenig an Dicke abgenommen haben, dafür aber bedeutend weniger dicht geworden sind. Besonders bei der Beobachtung im polarisierten Licht tritt diese Erscheinung deutlich hervor. Nach Schätzungen in der Veränderung der Lichtbrechung zu schliessen, dürfte $^1/_3$—$^1/_2$ der Membransubstanz herausgelöst werden und $^2/_3$—$^1/_2$ ungelöst zurückbleiben. Aussen im Collenchym werden die Lösungsfiguren undeutlich; in den äusseren typischen Collenchymschichten sind sie kaum mehr zu sehen, und die Substanz verändert sich kaum. In diesen Zelllagen wird wenig oder keine Substanz herausgelöst. Während an den inneren Collenchymschichten noch deutliche Differenzen mit dem polarisierten Licht vor und nach der Lösung zu beobachten sind, ist in den äusseren Schichten kein Unterschied zu beobachten. Ich komme somit zum Resultat, dass die inneren Schichten des Collenchyms wenig, die äusseren kaum oder gar nicht bei dem Knospenaustrieb im Frühjahr verändert werden, während das übrige Grundparenchym der primären Rinde eine ansehnliche Stoffmenge abgibt.

Die Lösung beginnt unterhalb der Knospe und schreitet dann rückwärts an demselben Zweige fort.

An einjährigen und zweijährigen Pflanzen ist die Lösung im Grundparenchym überall zu verfolgen, von der Endknospe bis zur Wurzel. Es scheint somit, dass die Auflösung im Frühling nicht auf ein besonderes Organ beschränkt ist, sondern sich überall findet.

Auch bei anderen Holzarten habe ich diese Lösung im Grundparenchym beobachtet. Untersucht wurden weiter Birke, Erle, Haselnuss, Rosskastanie, und überall konnte in der primären Rinde eine teilweise Lösung nachgewiesen werden. In den Kätzchenstreben und Achsen der ersten drei Vertreter geht die teilweise Auflösung der Membranen im Grundparenchym bei der Blüte ebenfalls vor. Bei den weiblichen Infloreszenzachsen der Erle lässt sich durch Vergleich der letztjährigen mit den diesjährigen, die ja noch gleichzeitig bis zum Frühling am Baume hängen, leicht zeigen, dass im Parenchym der Rinde die Zellwände teilweise aufgelöst worden sind. Während bei den letztjährigen Kätzchenachsen das Parenchym der Rinde zusammengeschrumpft ist und die einzelnen Wände der Zellen dünn sind, besitzen die diesjährigen Achsen im Winterstadium selbst nach Aufkochen der Schnitte in Wasser dicke Membranen. Collenchym und Holzteil sind in beiden Fällen gut erhalten; die auffallende Differenz findet sich im Parenchym der Rinde. Die Membranen der letztjährigen Achsen sind nach der Auflösung im Frühling erheblich dünner geworden und in der Folge auch zusammengeschrumpft.

Ähnliche Verhältnisse in der primären Rinde dürften sich auch bei anderen Holzgewächsen auffinden lassen. Die Strukturen bei *Salix caprea, Quercus pedunculata, Populus, Fagus silvatica, Viscum album* lassen schliessen, dass hier wohl auch eine teilweise Lösung der Membran im Frühjahr eintreten wird. Weitere Untersuchungen sollen hierüber Aufschluss geben.

Alle diese Membranen zeigten beim Kochen in verdünnten Säuren (3- bis 5prozentiger Salz- oder Schwefelsäure) teilweise Auflösung. Die Substanz, die herausgelöst wird, gehört somit zu den Hemicellulosen, und es bleibt ein Rest von echter Cellulose ungelöst zurück. In der Lösung lässt sich denn auch nach dem Auskochen die Gegenwart von reduzierenden Zuckerarten leicht nachweisen. Ohne grössere Quantitäten Materiales zu verarbeiten, lassen sich dagegen die bei der Inversion sich bildenden Zuckerarten nicht mit Sicherheit bestimmen.

Neben Einlagerung und Auflösung von celluloseartigen Körpern in die Membranen der primären Rinde finden aber gleichzeitig ähnliche Prozesse im Leptome der Holzgewächse statt. Hier ist es vorzugsweise das Leptomparenchym, das im Winter dichte und ansehnlich dicke Membranen aufweist. Die Veränderungen dieser Membran lassen sich im Frühjahr bei einigen Objekten leicht feststellen. Als ich während der Entwickelung der jungen Zweige bei *Vitis vinifera* den Holzkörper durchmusterte, bemerkte ich in den verdickten Membranen des Leptomparenchyms ähnliche feine Korrosionsfiguren wie in einzelnen Libriformfasern. Die Membransubstanz wurde weniger dicht, behielt aber ihre Dicke annähernd bei. Es war somit eine Lösung eines Teiles der Membranen eingetreten, und die Stoffe werden, wie die anderen Kohlenhydrate, im Stoffwechsel der Pflanze wieder verwendet. Alljährlich wird bei *Vitis* das Leptom vom vorigen Jahre abgeworfen. Man kann sich durch Vergleich von abgestorbenem Leptom des vorigen Jahres mit dem diesjährigen zur Winterzeit leicht überzeugen, dass die Membranen des Leptomparenchyms im abgestorbenen Teile des vorigen Jahres dünner und weniger dicht sind als die Membranen der noch lebenskräftigen Zellen. Ein Teil der Substanz wurde im Frühling herausgelöst. Diese Veränderung im Leptom steht im Zusammenhang mit dem ganzen Prozess der Stoffspeicherung der Kohlenhydrate. Auch in den Siebröhren findet ein ähnlicher Prozess statt. Die Siebröhren werden durch den Callus verstopft und dieser wird wieder weggelöst. Obschon nun freilich der Callus der Siebröhren nicht identisch ist mit den Wandverdickungen des Leptomparenchyms, so kann doch die nahe Verwandtschaft beider Prozesse nicht geleugnet werden.

Aber nicht allein bei *Vitis*, sondern auch bei anderen Holzgewächsen treten diese Erscheinungen im Leptomparenchym auf. Ich habe bei *Alnus glutinosa*, bei *Aesculus Hippocastanum* und *Betula verrucosa* die Auflösung beobachtet.

Ich zweifle nicht daran, dass auch bei anderen Holzgewächsen die gleichen Erscheinungen zu beobachten sind. Das Leptomparenchym besitzt bei fast allen unseren Hölzern im Winter stark verdickte Wandungen, und ich halte es für wahrscheinlich, dass bei allen eine solche partielle Lösung der Membranen im Frühling eintritt. Quantitative Unterschiede werden zwischen den einzelnen Spezies sicher hervortreten; bei den einen wird aus der Membransubstanz mehr, bei anderen weniger herausgelöst.

Die Coniferen verhalten sich in dieser Beziehung ähnlich wie die Laubhölzer. Auch bei ihnen ist das Leptomparenchym stark verdickt im Winterstadium. Die Auflösung der Innenlamellen habe ich bei *Pinus montana*, *Larix europaea* und *Picea excelsa* beobachtet. Es ist bei diesen Pflanzen keine vollständige Lösung der Membran, sondern etwas mehr als die Hälfte der Membransubstanz bleibt ungelöst zurück. Wir haben es somit mit ähnlichen Vorgängen zu tun, wie in der Rinde der Laubhölzer. Während des Sommers, besonders während des Herbstes, tritt die Verdickung der Membranen der Rinde ein und im Frühling eine teilweise Lösung derselben. Im einjährigen Zweige und in der einjährigen Pflanze tritt der gleiche Prozess auch in den Membranen der primären Rinde ein.

Nachdem wir gesehen, dass in der Rinde Stoffe der Membranen im Frühling aufgelöst werden, fragt es sich, zu welcher Zeit diese Membranverdickungen sich bilden. In dieser Beziehung habe ich eine Reihe von Beobachtungen gemacht.

Bei *Aesculus Hippocastanum* sind in der Rinde die Zellen ansehnlich verdickt. Bei den einjährigen Zweigen bildeten sich diese Verdickungen erst verhältnismässig spät aus. Sie entstehen, nachdem das Längenwachstum der Triebe längst beendet ist, vom August an bis Oktober. Es ist aber wahrscheinlich, dass der Prozess noch länger, ja selbst nach dem Laubfall noch fortdauert, bis Ende November. Auch bei der Esche und Erle habe ich gefunden, dass nach dem Laubfall die Membranen der primären Rinde noch an Dicke zunehmen, bis Ende November, zu welcher Zeit die Rinde der einjährigen Zweige erst ihre maximale Verdickung der Membranen aufweist.

Schon bei anderen reservecellulosehaltigen Organen, bei *Molinia coerulea*, habe ich (1) gezeigt, dass zuerst das Organ mit Stärke gefüllt wird und dass dann die Verdickungen der Zellwände sich erst bilden, indem gleichzeitig die Stärkemenge geringer wird. Der Prozess der Membranverdickung findet doch auch in der Hauptsache statt, nachdem die Blätter und Halme völlig gelb geworden sind, im Oktober und November. Im Frühling, wenn die Membranen gelöst werden, tritt auch wieder Stärke auf.

Der Umsatz der Kohlenhydrate in den Bäumen ist ganz ähnlich. Aus dem anfänglich abgelagerten Zucker oder der Stärke bildet sich später die Membran aus, die Hemicellulosen eingelagert erhält. Dieser Prozess vollzieht sich im Herbst wohl grösseren Teils vor dem Laubfall; wichtig ist aber festzustellen, dass nach dem Laubfall die gleiche Stoffumsetzung noch fortdauert bis die kühle Temperatur des Winters dem Stoffumsatz eine Grenze setzt.

A. FISCHER hat bei seinen Untersuchungen über den winterlichen Umsatz der Kohlenhydrate gefunden, dass nach der im Winter erfolgten Umwandlung der Stärke in Zucker im Frühjahr nicht mehr die gleiche Menge Stärke wie im Herbst gebildet wird, sondern erheblich weniger. Er schliesst daraus, dass wahrscheinlich noch ein anderer ihm unbekannter Körper zu berücksichtigen sei, der nach der Stärkeauflösung im Herbst gebildet wird. Ich muss nach meinen Untersuchungen schliessen, dass dieser Körper die Reservecellulose ist, die nach dem Laubfall noch gebildet wird, denn es ist sicher, dass die An- und Einlagerung von celluloseartigen Körpern in die Membran nur auf Kosten des Zuckers oder in indirekter Weise der anderen Kohlenhydrate geschieht. Solange von den Blättern noch Kohlenhydrate in die Zweige gelangen, wird vom Verbrauch dieser Stoffe zur Bildung der Reservecellulose wenig zu beobachten sein, wenn aber die Zufuhr von den Blättern beendigt ist, muss bei Bildung der Reservecellulose das Quantum der bereits gespeicherten übrigen Kohlenhydrate geringer werden. Nach dieser Richtung ergänzen meine Beobachtungen die von A FISCHER ausgeführten Untersuchungen. Die Bildung und Auflösung von reservecelluloseartigen Körpern kommt sowohl bei den Vertretern der Stärkebäume wie der Fettbäume vor; es scheint, dass Bildung und Auflösung von Hemicellulosen allgemein bei unseren Waldbäumen verbreitet ist.

Nicht jede Hemicellulose bei den Hölzern wird aber wieder in der Pflanze aufgelöst. Der gleiche Stoff kann in der Pflanze als Baumaterial verwendet werden, der nicht wieder aufgelöst wird, oder aber er wird als Reservestoff abgelagert und dann im Stoffwechsel der Pflanze wieder anderweitig verwendet. In den Zellen mit abgestorbenem Plasma, wie dies für die meisten Libriformfasern zutrifft, wird die Innenlamelle resp. die Gallertschicht von SANIO, die aus Hemicellulosen besteht, von der Pflanze nicht wieder aufgelöst. In dem Parenchym der Rinde hingegen wird bei der gleichen Holzart die Hemicellulose wieder herausgelöst.

Dieses gleiche Verhältnis trifft man übrigens in den Samen wieder. Die Hemicellulosen der Lupinen z. B. werden in den Cotyledonen bei der Keimung aufgelöst[1]), diejenigen der Samenschale hingegen bleiben unverändert. In dem einen Fall ist die Hemicellulose ein Baustoff, in dem anderen hingegen Reservestoff.

LECLERC DU SABLON hat in seiner eingangs zitierten Arbeit durch makrochemische Untersuchungen gezeigt, dass in den Hölzern (einjährigen Pflanzen) Hemicellulosen im Winterstadium vorkommen und im Frühling quantitativ abnehmen. Daraus schliesst LECLERC DU SABLON, dass diese Stoffe wieder aufgelöst werden, und er glaubt besonders, dass die Gallertschichten der Libriformfasern von Weidenstecklingen aufgelöst werden. Obwohl ich die Weidenstecklinge nicht während des Knospentreibens untersucht habe, glaube ich aus den anatomischen Verhältnissen des Winterstadiums schliessen zu dürfen, dass auch hier in der Rinde die Hemicellulosen herausgelöst werden.

Die Wandverdickungen des Parenchyms der primären Rinde von *Salix caprea* stimmen in ihrem Aussehen und mikrochemischen Verhalten mit denjenigen von *Fraxinus* überein, wo ich die Lösung beobachtet habe. Es ist deswegen nur konsequent, wenn ich an-

---

1) Der gegenteiligen Angabe von ELFERT muss ich widersprechen, indem die Auflösung der Wandverdickungen sehr leicht durch direkte Beobachtung konstatiert werden kann.

nehme, dass auch in dem Parenchym von *Salix* ein ähnlicher Auflösungsprozess im Frühjahr eintritt. Mit dieser Annahme steht das Resultat der Analysen durchaus nicht im Widerspruch.

Wenn in der primären Rinde oder im Leptom der Waldbäume Substanzen aus den Membranen herausgelöst werden, so sind es immer Hemicellulosen, die auch durch Kochen mit 3 Prozent Schwefelsäure in Lösung gehen. Die echte Cellulose, die erst durch Kochen mit konzentrierten Säuren angegriffen wird, bleibt ungelöst zurück und bildet das Gerüst dieser Membranen. Der ganze Prozess steht im Dienst der Reservestoffspeicherung; er wird in um so grösserem Masse vertreten sein, als die Pflanzen gezwungen sind, längere Ruheperioden (Winter oder Trockenperioden) zu überdauern. Tatsächlich finden sich denn auch gerade bei den alpinen Holzpflanzen, wie eine vorläufige Untersuchung lehrte, diese Einrichtungen besonders gut ausgebildet.

Literaturverzeichnis.

ELFERT, Über die Auflösungsweise der sekundären Zellmembranen der Samen. Bibliotheca botanica 1894, Heft 30,

A. FISCHER, Beiträge zur Physiologie der Holzgewächse. Jahrb. für wiss. Bot. 1890.

J. GRÜSS, Über Lösung und Bildung der aus Hemicellulosen bestehenden Zellwände und ihre Beziehung zur Gummosis. Bibliotheca Botanica 1896, Heft 39.

LECLERC DU SABLON, Recherches physiologiques sur les matières de réserve des arbres. Revue générale de botanique, Sept. 1904.

M. C. POTTER, On the Occurrence of Cellulose in the Xylem of Woody Stems. Annals of Botany, Jan. 1904.

C. SANIO, Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzkörpers. Bot. Zeitung 1863.

E. SCHAAR, Die Reservestoffbehälter der Knospen von *Fraxinus excelsior* L. Sitzungsber. der Wiener Akad., Bd. 99, I. Abt.

SCHELLENBERG, Über die Bestockungsverhältnisse von *Molinia coerulea* Mönch. Ber. der schweiz. Bot. Gesellschaft, 1897.

6. Hans Winkler: Über regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von Passiflora coerulea L.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 20. Januar 1905.

An den isolierten Blättern, Ranken und Internodien von verschiedenen *Passiflora*-Arten bilden sich bei geeigneter Behandlungsweise Regenerativsprosse, die in mehrfacher Hinsicht von Interesse sind. Die folgenden Angaben beziehen sich zunächst nur auf *Passiflora coerulea* L.

Soviel mir bekannt ist, ist es bisher noch nicht gelungen, Ranken irgend einer Pflanze zur regenerativen Sprossbildung zu bringen. Von VÖCHTING (1900, S. 129) wurden die Ranken von *Thladiantha dubia* und *Vitis vinifera* daraufhin untersucht. Letztere bildeten (l. c., Anm. 1) nur Wurzeln, erstere an der basalen Schnittfläche callöse, knollenartige, wurzellose Anschwellungen. Sprosse aber wurden weder im einen, noch in dem anderen Falle gebildet, obwohl die Blätter von *Thladiantha dubia* leicht zur Bildung von Wurzeln und Knollen mit Adventivsprossen zu veranlassen sind. Auch die Ranken einiger anderer Cucurbitaceen (*Bryonia*, *Cucurbita*, *Cyclanthera*, *Sicyos*) fand ich nicht zur Sprossbildung befähigt, ebensowenig die von *Ampelopsis*, *Cissus* spec. und verschiedener *Paullinia*- und *Smilax*-Arten.

Dagegen entstanden, allerdings erst nach mehreren Monaten, Sprosse an den isoliert eingepflanzten Ranken von *Passiflora coerulea* L.

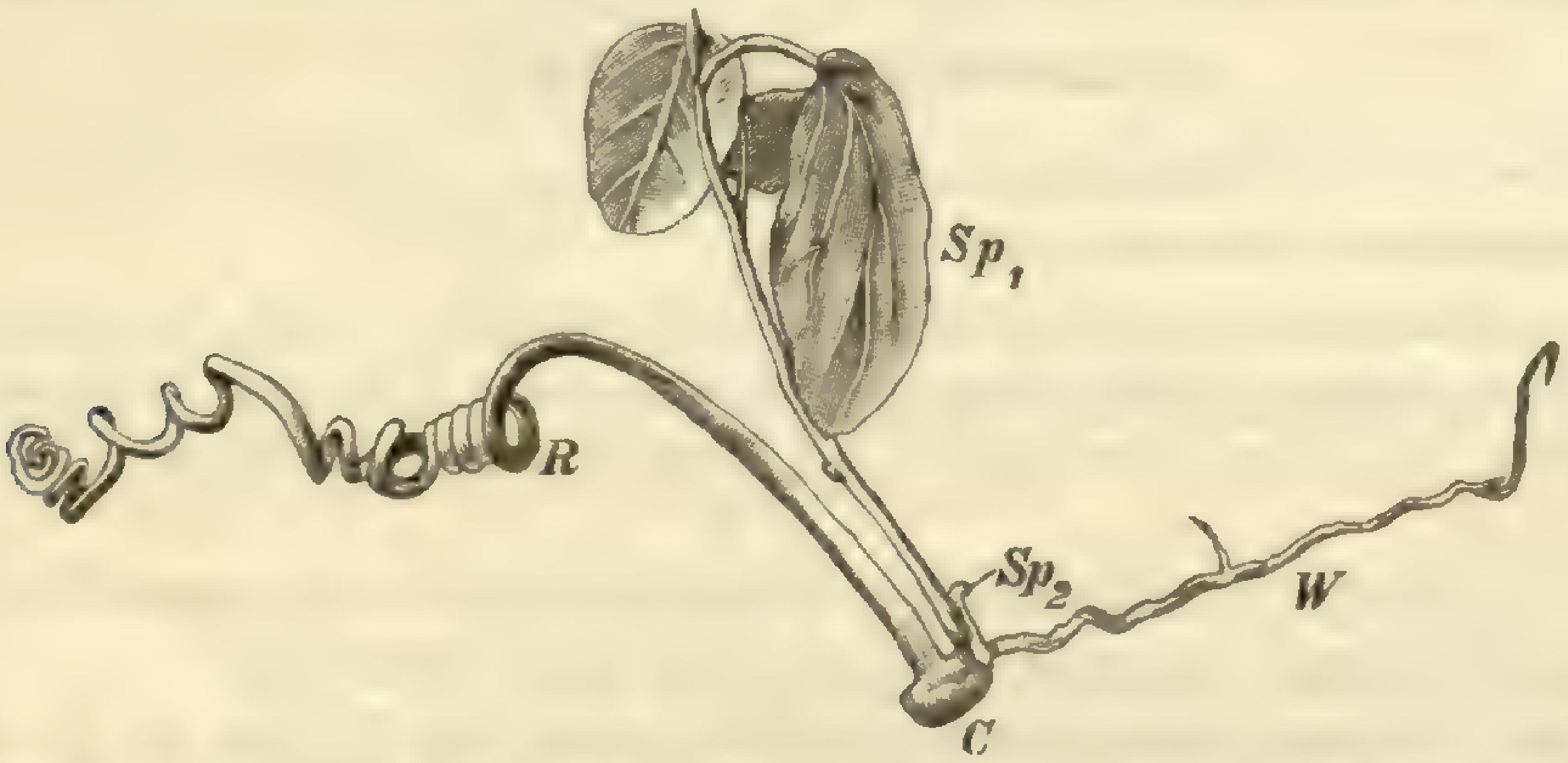


Fig. 1. Im Oktober 1902 isolierte Ranke (*R*) von *Passiflora coerulea* L., im Juni 1903 gezeichnet[1]). Aus dem basalen Callus (*C*) sind zwei Sprosse (*Sp 1* und *Sp 2*) entstanden und eine Wurzel (*W*).

Die Ranken, die nach HARMS (1897) Blütenstielen homolog sind, wurden in frischem Zustande und bevor sie eine Stütze gefasst hatten, abgeschnitten und in feucht gehaltenem Sand im Warmhaus kultiviert. Sie rollten sich spiralig ein und verholzten bald, blieben aber frisch und grün und bildeten nach wenigen Wochen an ihrer Basis einen grossen, unregelmässig gestalteten weissen Callus. In diesem Zustande verharrten sie, ohne dass sich der Callus vergrösserte, lange Zeit; erst etwa drei bis vier Monate nach der Isolierung trat eine Wurzel hervor, selten mehrere, die sich spärlich verzweigten. Wiederum mehrere Monate später kamen dann die Sprosse, einer oder zwei, aus dem Callus hervor. (Vergl. Fig. 1).

Die Ranken waren zu dieser Zeit noch ganz frisch und blieben es auch, während der Spross heranwuchs. Wie lange sie lebensfähig bleiben, und ob sie nochmals, nach Entfernung des ersten Callus, regenerationsfähig sind, wurde noch nicht untersucht.

---

1) Von Herrn Universitätszeichner GENTER.

Wie aus der Figur hervorgeht, trägt der Regenerativspross der Ranke zunächst Primärblätter und noch keine Ranken. Er verhält sich also wie ein Keimling. Wie dieser bildet er später auch Folgeblätter und Ranken, aber es ist sehr bemerkenswert, dass er das nach einer geringeren Anzahl von Primärblättern tut als die Keimpflanze. Wir werden auf dieses Verhalten gleich zurückzukommen haben.

Auch die Blätter unserer *Passiflora* bilden, wenn sie isoliert eingepflanzt werden, in ähnlicher Weise wie die Ranken Callus, Wurzeln und Sprosse. Es besteht hinsichtlich dieser Regenerationsfähigkeit durchaus kein Unterschied zwischen den ungeteilten Primär- und den geteilten Folgeblättern. Aber die an ihnen entstehenden Sprosse verhalten sich verschieden: die Folgeblätter bilden Sprosse, die eher zur Bildung geteilter Blätter übergehen als die von Primärblättern regenerierter Knospen. Letztere verhalten sich etwa wie Keimlinge, d. h. es entstehen durchschnittlich acht bis neun ungeteilte Blätter an ihnen, während die an Folgeblättern und Ranken entstehenden Sprosse durchschnittlich nur fünf bis sechs Primärblätter tragen. Mit anderen Worten, der Ort, an dem das Blatt an der Mutterpflanze stand, hat nicht nur Einfluss auf die äussere Form des Blattes, sondern auch auf die Qualität der von diesem regenerierten Sprosse. [Dass die Folgeblattsprosse überhaupt erst Jugendblätter und nicht sofort Folgeblätter bilden, entspricht einem allgemeinen Verhalten von Regenerativ- und Adventivsprossen (vergl. besonders DE CANDOLLE 1903)].

Diese Tatsache ist wichtig, weil sie geeignet erscheint, ein Licht auf die bekannten Versuchsergebnisse von SACHS (1892, S. 1) und GOEBEL (1898, S. 39) zu werfen, wonach von regenerierenden Blättern aus der Blütenregion Sprosse gebildet werden, die eher zur Blütenbildung schreiten als Sprosse, die an den Blättern der vegetativen Region entstehen. SACHS sah bekanntlich in diesen Versuchen eine Hauptstütze seiner Theorie der blütenbildenden Stoffe. — Unsere Resultate an *Passiflora* decken ein durchaus analoges Verhalten für Blätter der rein vegetativen Region auf. Hier wird gewiss niemand behaupten wollen, dass etwa die Folgeblätter von vornherein mehr „folgeblätterbildende Substanz“ enthielten als die Primärblätter. Man wird vielmehr auf Grund unserer Ergebnisse auch das Verhalten der Versuchsobjekte von SACHS und GOEBEL als Spezialfall der eben formulierten allgemeinen Regel ansehen können, dass der Ort des Blattes an der Mutterpflanze bis zu einem gewissen Grade qualitätsbestimmend auf den Regenerativspross des Blattes wirkt. Und zwar äussert sich dieser Einfluss darin, dass der Spross bestrebt ist, baldmöglichst den Charakter anzunehmen, den der Mutterspross in der Region des regenerierenden Blattes besass. Über die Natur dieser

Beeinflussung lässt sich vorderhand wohl nichts aussagen; dass stoffliche Momente dabei in Betracht kommen können, ist natürlich nicht ausgeschlossen. —

Schliesslich sei noch erwähnt, dass auch einzelne isolierte Internodialstücke der *Passiflora coerulea* Regenerativsprosse bilden, und zwar aus der basalen Callusanschwellung. Das scheint mir eine Ausnahme zu sein. Über die Polaritätsverhältnisse knospenloser Internodialstücke liegen allerdings noch wenig Erfahrungen vor. VÖCHTING (1878, S. 37) fand, dass augenlose Internodialstücke von *Salix* nur Wurzeln am basalen Ende, Knospen dagegen überhaupt nicht bildeten; ebenso verhielten sich Internodien von *Heterocentron diversifolium* (l. c., S. 73), während solche von *Begonia discolor* nur, und zwar am apikalen Ende, Knospen, dagegen keine Wurzeln entstehen liessen (l. c., S. 80). Aus eigenen Erfahrungen kann ich noch hinzufügen, dass Internodien von *Peperomia rubella* aus der basalen Schnittfläche Wurzeln, aus der apikalen Sprosse regenerierten, und zwar derart, dass jedes der bei den Peperomien bekanntlich über den ganzen Stengelquerschnitt verteilten Gefässbündel einen Spross bildete. — Jedenfalls soll die Frage nach der Polarität der Internodien und ihre Beeinflussung durch das Vorhandensein von Nodien noch eingehender untersucht werden.

Tübingen, Botanisches Institut, Januar 1905.

Literatur.

C. DE CANDOLLE (1903), Questions de morphologie et de biologie végétales. I. Les bourgeons adventifs endogènes. Arch. des sciences phys. et nat., Bd. 107, 1903, S. 50–70.

K. GOEBEL (1898), Organographie der Pflanzen. Jena 1898—1901.

H. HARMS (1897), Zur Morphologie der Ranken und Blütenstände bei den Passifloraceen. ENGL. Jahrb. Bd. 24, 1898, S. 163—178.

H. SACHS (1892), Physiologische Notizen. I. Flora, Bd. 75, 1892, S. 1—3.

H. VÖCHTING (1878), Über Organbildung im Pflanzenreich. I. Bonn 1878.

— (1900), Zur Physiologie der Knollengewächse. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. 34, 1900, S. 1—148.

7. Julius Wiesner: Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 24. Januar 1905.

Ich habe in diesen Berichten bereits drei Formen des Laubfalles beschrieben, den „Sommerlaubfall“[1], den „Treiblaubfall“[2] und den „Hitzelaubfall“[3]. Indem ich mich nun anschicke, meine Beobachtungen über eine vierte Form des Laubfalles hier kurz zusammenzufassen, fühle ich das Bedürfnis, die etwaigen Bedenken jener zu zerstreuen, welche in meinem Verfahren, die Beobachtungen darzustellen, eine unnötige Belastung unserer Terminologie erblicken.

Es ist mir um nichts anderes zu tun, als zur Klärung des Laubfallproblems, welches ja verwickelter ist als es früher schien und dem Uneingeweihten auch heute noch erscheinen mag, einiges insbesondere nach biologischer Richtung beizutragen, zunächst durch möglichst genaue Charakteristik typischer Fälle. Um Umschreibungen zu vermeiden, aber auch um diese typischen Fälle möglichst anschaulich, ich möchte sagen plastisch hervortreten zu lassen, habe ich jeden derselben durch ein passend gewähltes Schlagwort gekennzeichnet. Ob man die von mir gewählten Termini beibehalten will, ist mir wirklich gleichgültig. Den Zweck, den sie erfüllen sollen, habe ich ja genügend hervorgehoben.

1. Seit Jahren mache ich hier (Wien) die Beobachtung, dass der erste Frost eine starke Entblätterung der sommergrünen Holzgewächse herbeiführt. Der im Gefolge des ersten Frostes eintretende Laubfall ist oft sehr auffällig. Er tritt um so schärfer hervor, je früher der erste Frost sich einstellt, je reicher also noch die sommergrünen Holzgewächse mit frischem Laub geschmückt sind. Stellt sich der erste Frost hingegen erst später ein, wenn sich das Laub infolge anderer äusseren Einwirkungen schon zum grossen Teile oder gänzlich von den Bäumen und Sträuchern abgelöst hat, so ist diese Erscheinung weniger deutlich zu sehen oder tritt überhaupt nicht ein[4].

---

[1] Bd. XXII (1904), S. 64.

[2] l. c., S. 316ff.

[3] l. c., S. 501ff.

[4] Dies war z. B. in dem milden Winter von 1872 auf 1873 in der Umgebung von Wien (Mariabrunn) der Fall, wo der erste Frost erst am 9. Januar 1873 sich einstellte. WIESNER, Über einige im laufenden Winter beobachtete Vegetationserscheinungen. Österr. bot. Zeit. 1873, wo es S. 45 heisst: „Die Entlaubung der Holzgewächse ging insofern nicht genau so wie in anderen Jahren vor sich, als sie ohne Mitwirkung von Frost erfolgte.“

Ich bezeichne im Nachfolgenden diese durch Frost bedingte Entlaubung als „Frostlaubfall“. —

Die ersten genaueren Beobachtungen über diesen Frostlaubfall sind in der bekannten grundlegenden Abhandlung MOHL's zu finden. Er gab an, dass bei einigen Gewächsen mit saftreichem Blattwulst in der Trennungsschicht unter Ausscheiden von alsbald zu Eis erstarrendem Wasser eine bereits vorbereitete Loslösung, zum Teil auch ein Zerreissen der Zellen stattfindet, wobei sich eine Eislamelle zwischen dem sich später loslösenden Blatte und dem am Aste zurückbleibenden Blattstumpfe bildet, welche noch den Zusammenhang zwischen Blatt und Stamm herstellt. Wenn diese Eislamelle auftaut, fällt das Blatt ab. MOHL hat diese Erscheinung an *Paulownia* und noch einigen anderen grossblätterigen Holzgewächsen beobachtet. Er erklärt die Entstehung der Eislamelle folgendermassen: „Es ist nun nicht leicht zu sagen, auf welche Weise der Frost dieses Austreten von Saft bewirkt, allein es wird kaum zu bezweifeln sein, dass dieser Austritt von Saft dadurch bedingt wird, dass die Kälte, ehe sie den ganzen Zweig durchdringt und seine Saftmassen zum Erstarren bringt, zunächst eine Kontraktion der äusseren Schichten des Zweiges veranlasst und dass dadurch ein Teil der um diese Zeit in den Zweigen reichlich vorhandenen Saftmasse in die bereits gebildete Spalte der Trennungsschicht ausgepresst wird und hier gefriert.“ MOHL fügt bei, dass ihn diese Erklärung nicht ganz befriedige[1]).

Wie MOHL zeigte, kann die Ablösung des Blattes auch schon während des Frostes erfolgen. Das Schmelzen der Eislamelle ist also für den Ablösungsprozess kein absolutes Erfordernis. Auch kann bei und nach Frost die Ablösung auch erfolgen, ohne dass es zur Bildung einer Eislamelle kommen muss.

In meinen älteren Studien über Laubfall habe ich einiges über die Einwirkung des Frostes auf die Entlaubung mitgeteilt, wobei ich mich zumeist in Übereinstimmung mit MOHL befand[2]). Es wurde von mir die Beobachtung gemacht, dass bei frühzeitig hereinbrechendem Frost die Blätter von *Aesculus Hippocastanum* sich massenhaft und zwar in frischem grünen, noch lebenden Zustande ablösen, nachdem die in der Trennungsschicht gebildete Eislamelle auftaute.

2. Die Entblätterung tritt kürzere oder längere Zeit nach unmittelbarer Wirkung des Frostes ein, und zwar kann man im grossen und ganzen zwei Haupttypen unterscheiden: es lösen sich die Blätter nach eingetretener Frostwirkung entweder sehr bald ab, oder die Loslösung erfolgt, selbst wenn die Temperatur über dem Taupunkt sich befindet, viel später, nach Tagen oder sogar erst nach Wochen.

---

[1]) Bot. Zeit. 1860, S. 16.

[2]) l. c. S. 45 und „Untersuchungen über die herbstliche Entlaubung der Holzgewächse“. Ber. der Wiener Akad. der Wiss., Bd. 64 (1871).

Der Frost ergreift durch Erfrieren entweder jene am Grunde des Blattes gelegenen Gewebe, in welchen die Loslösung der Blätter erfolgt (Trennungsschicht), oder es bleiben die Gewebe intakt, und die Frostwirkung macht sich in dem eigentlichen Blattkörper bemerkbar, in der Spreite, die entweder ganz oder zum Teil erfriert.

Diese beiden zuletzt genannten Typen fallen gewöhnlich mit den beiden früher genannten zusammen. Wenn nämlich die Gewebe der Trennungsschicht erfrieren und der eigentliche Blattkörper intakt geblieben ist, so folgt der Blattfall unmittelbar der Frostwirkung; wenn aber die Blattspreite erfriert, sei es ganz, sei es nur teilweise, und die Trennungsschicht unberührt bleibt, so ist ein längerer Zeitraum erforderlich, bis auf die Frostwirkung die Laubablösung folgt.

Es gibt Übergänge zwischen diesen Haupttypen, wie es ja auch bei besonders frostempfindlichen Blättern vorkommen kann, dass das ganze Blatt bis auf den Grund, also mitsamt der Trennungsschicht erfriert und schon bei dem ersten Frost zugrunde geht und sich ablöst. Diese Übergänge hängen innig mit jenen zusammen, welche zwischen sommergrünen und wintergrünen Gewächsen bestehen.

3. Auf die durch Frostwirkung hervorgerufenen Veränderungen in der Trennungsschicht, welche zur Ablösung des Laubes führen, komme ich weiter unten zurück. In diesem Paragraphen fasse ich die Fälle zusammen, in welchem der Blattkörper durch Frost angegriffen wird und infolge der daselbst hervorgerufenen Veränderungen sekundär in der Trennungsschicht Zustände geschaffen werden, welche mehr oder minder lange nach dem Erfrieren des Blattes zu dessen Loslösung führen.

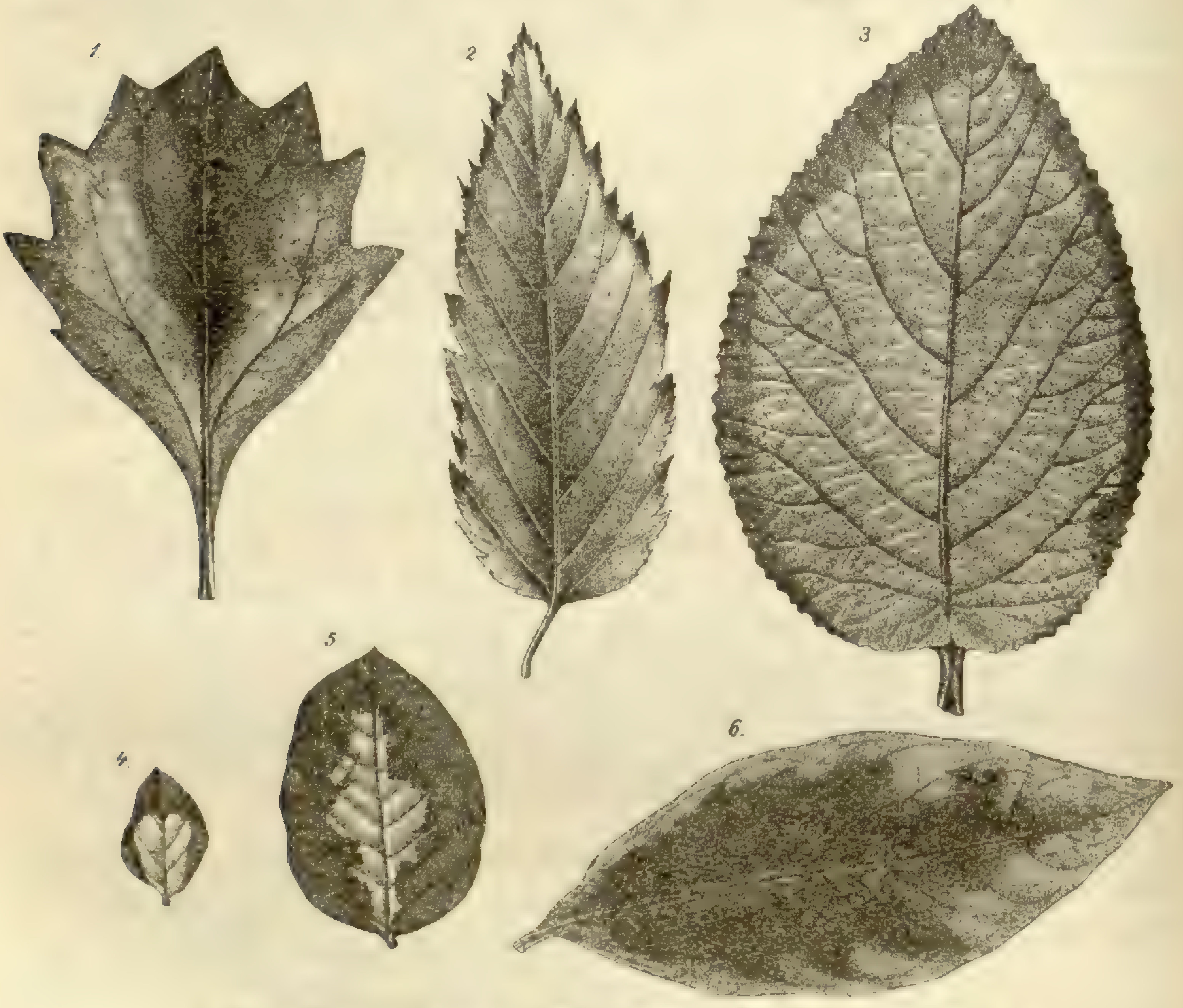
Das Laub verschiedener sommergrüner Holzgewächse widersteht dem Froste in sehr verschiedenem Masse. Sehr resistent ist, wie ich schon vor langer Zeit angeben habe, *Ligustrum vulgare*, welches an geschützten Stellen selbst bei uns oft einen Teil des Laubes über den Winter hinaus lebend erhält. Sehr merkwürdig ist in dieser Beziehung auch das in unseren Gärten jetzt häufig gezogene aus Japan stammende *Ligustrum ovalifolium* Hassk. Die Sträucher dieser Pflanze ertrugen hier im belaubten Zustande alle leichteren Fröste, und erst die starke, an der Jahreswende hereingebrochene Kälte tötete das Laub.

Durchgängig habe ich gefunden, dass das spät gebildete Laub welches im halbentwickelten Zustande im Winterbeginn seine Weiterentwicklung einstellt, der Kälte gegenüber viel resistenter ist als das vollkommen ausgebildete Laub. Die jungen Sprossenden von *Ligustrum ovalifolium* haben die starken im Januar dieses Jahres stattgefundenen Fröste zum Teil wenigstens überlebt.

Es erfriert entweder der ganze Blattkörper oder nur ein Teil desselben. In beiden Fällen wird aber das Blatt später abgeworfen.

Ich bilde einige dem Frostlaubfall erlegene Blätter verschiedener Holzgewächse nebenbei ab (Fig. 1—6). Es ist an diesen Abbildungen zunächst zu ersehen, dass selbst ein partielles Erfrieren des Blattkörpers zum Laubfall führen könne, und tatsächlich immer hierzu führt.

Diese Abbildungen lehren aber auch, in welcher Weise das Erfrieren des Blattkörpers vor sich geht. Niemals erfriert, wie es bei kleinen Blättern den Anschein hat, die ganze Spreite mit einem Male. Der Prozess des Erfrierens schreitet vielmehr bei jeder Pflanze in gesetzmässiger Weise vor, Regel ist wohl, dass das Blatt vom Rande aus erfriert, bei langgestreckten Blättern [*Salix*, *Spiraea Reevesiana* Lindl.[1]) usw.] wird rasch die Spitze des Blattes ergriffen, und es schreitet die Frostwirkung von dieser fast ausschliesslich fort. Bei *Berberis vulgaris* erfriert häufig die obere Blatthälfte, während die untere noch lange intakt bleibt. Bei tiefgezähnten Blättern (*Kerria*



Infolge Frostwirkung abgelöste Blätter in natürlicher Grösse.
1. *Baccharis ovalifolia.* 2 *Kerria japonica.* 3. *Viburnum Lantana.* 4, 5. *Symphoricarpus* sp. 6. *Ligustrum ovalifolium.*
Die erfrorenen Partien sind dunkel, die intakt gebliebenen hell gehalten.

---

[1]) Von Gärtnern gewöhnlich *Spiraea chinensis speciosa* genannt.

japonica) geht die Frostwirkung von der Spitze und den Blattzähnen aus. Merkwürdig ist die partielle Frostwirkung bei den Blättern von *Baccharis ovalifolia*, wo von der breiten Spitze ausgehend der Frosttod der Gewebe keilförmig zum Grunde der Spreite fortschreitet, während die Blattränder in grosser Breite am Leben bleiben. Das Laub von *Ligustrum ovalifolium* verhält sich insofern ähnlich wie das von *Baccharis*, als der Rand des Blattes, aber hier inklusive der Spitze, intakt bleibt, während die Innenpartien erfrieren und gebräunt werden. (Siehe die nebenstehenden Figuren.)

Beim Erfrieren wird das Blatt entweder an seiner Unterseite (*Salix*, *Spiraea Reevesiana* usw.) oder an seiner Oberseite konvex (*Ligustrum ovalifolium*) oder bleibt flach.

Alle hier genannten, durch die Frostwirkung hervorgerufenen Veränderungen beruhen auf Eigentümlichkeiten im anatomischen Bau und auf bestimmten physikalischen Verhältnissen. Auf diese Gegenstände kann aber hier nicht eingegangen werden.

In dem Falle, welchen wir hier im Auge behalten, wenn also der Frost die Spreite schon früher ergreift als den Blattgrund, ist in diesem die Trennungsschicht immer schon angelegt, zum mindesten in Form eines Meristems[1]).

Die Frostwirkung im Parenchym der Spreite beruht auf einer Tötung des Protoplasmas, welches nunmehr durch Verdunstung sehr leicht und sehr rasch das Wasser abgibt. Bei mittlerer Temperatur werden die vorher saftigen Blätter in überraschend kurzer Zeit, oft schon nach wenigen Stunden lufttrocken, wie man sich ausdrückt rauschdürr. Die Frostwirkung äussert sich am Blatte stets in einer starken Entwässerung. An grossen Blättern vieler Pflanzen geht dem Austrocknen ein auffälliger Welkezustand voran, z. B. bei *Sambucus nigra*, deren Blätter nach dem ersten Froste stark gewelkt herabhängen und später erst eintrocknen.

Die durch Frost getöteten oder verletzten Blätter verhalten sich nicht anders als sonst irgendwie verletzte oder getötete Blätter: sie lösen sich ab. Auf welche Art, wird weiter unten gezeigt werden.

4. Es sollen nun die am Blattgrunde vor sich gehenden Veränderungen, welche unmittelbar zu der durch vorangegangene Frostwirkung hervorgerufenen Ablösung der Blätter führen, erörtert werden. Wenn ich auch in vorliegender Mitteilung diesen Gegenstand in aller Kürze abhandeln will, so kann ich behufs klarer und übersichtlicher Darstellung doch nicht umhin, die Ursachen,

---

[1]) Bei dieser Gelgenheit möchte ich einschalten, dass die Trennungsschicht nicht immer, wie es den Darlegungen MOHL's entsprechen würde, aus einem Folgemeristem hervorgeht, sondern in manchen Fällen sich als ein Rest des primären Meristems darstellt.

welche überhaupt unmittelbar zur Ablösung der Blätter führen, in gedrängter Form darzulegen.

Die Ablösung der Blätter erfolgt in der Regel in der bekannten von MOHL (1860) entdeckten Trennungsschicht. Seltener erfolgt sie in anderen Geweben. Nach den von mir angestellten sehr zahlreichen Beobachtungen geht infolge von Frostwirkung hervorgerufene Ablösung von Blättern stets in der Trennungschicht vor sich, weshalb ich auf die abweichenden Fälle in dieser Schrift nicht näher einzugehen habe.

Innerhalb der Trennungsschicht geht aber die Lösung in sehr verschiedenen, und zwar in einer der nachfolgend skizzierten Formen vor sich:

a) Es stellt sich in den Zellen der Trennungschicht ein so starker osmotischer Druck ein, dass die Elemente derselben sich von einander trennen und mit glatten Wänden aus dem Verbande treten.

b) Die Zellen der Trennungsschicht gehen infolge des macerierenden Einflusses organischer Säuren aus dem Verbande.

c) Eintrocknen der Blätter bis zur Trennungsfläche, während der am Stamme zurückbleibende Blattstumpf, das ist die unterhalb der Trennungsfläche gelegene Partie der Blattbasis, noch turgesziert. (Loslösung infolge von Spannungsunterschieden.)

d) Vollkommenes Absterben des Blattes bis auf den Grund, wobei auch die Trennungsschicht ihr Leben einbüsst und eintrocknet. Das trockene Blatt trennt sich nur infolge äusserer mechanischer Kräfte und zwar in der (toten) Trennungsschicht ab, offenbar weil hier die Kohäsion am geringsten ist, oder durch Vermoderung.

5. Der sub a angeführte Fall kommt häufig vor und stellt sich stets ein, wenn Bedingungen gegeben sind, unter welchen die Zellen der Trennungsschicht stark turgeszieren. So z. B. bei Ablösung der Blätter im absolut feuchten Raume. Ferner in folgendem, von mir zuerst konstatierten Falle[1]). Wenn *Azalea* in austrocknendem Boden wurzelt und auch die oberirdischen Organe trocken gehalten sind, so tritt bei reichlichem Zufluss von Wasser zur Pflanze eine rasche Ablösung der Blätter ein, indem die stark turgeszierenden Zellen der Trennungsschicht aus dem Verbande gehen. Auch im Freien kann man nach einer Trockenperiode, welcher starker Regen folgt, an Ahornen reichlichen Abfall grüner, lebender Blätter wahrnehmen.

Der hier ins Auge gefasste Typus der Blattablösung kommt, soweit meine Beobachtungen reichen, beim Frostlaubfall niemals vor. Es ist überhaupt unwahrscheinlich, dass dieser Typus beim Frostlaubfall eine Rolle spiele: wird ja bei der Frostwirkung infolge Tötung des Protoplasmas der Zellturgor gänzlich aufgehoben.

---

[1]) Mitgeteilt von MOLISCH, Untersuchungen über Laubfall. Sitzungsberichte der Wiener Akad. der Wiss., Bd. 93, S. 154.

6. Die sub b angeführte macerierende Wirkung organischer Säuren spielt beim herbstlichen Laubfall eine sehr grosse Rolle, was ich schon vor langer Zeit feststellte und seither immer wieder bestätigt gefunden habe.

Von meinen neueren einschlägigen Beobachtungen führe ich an, dass die beim Frosttod freigelegten Flächen der Trennungsschicht in der Regel sauer reagieren, besonders wenn der Blattwulst, in welchem die Trennungsschicht liegt, noch saftig ist[1]. Die freigelegten, sauer reagierenden Flächen der Trennungsschicht, von welchen eine dem abfallenden Blatte, die andere dem am Sprosse zurückbleibenden Blattstumpf angehört, ist von unverletzten Zellen begrenzt, welche durch die macerierende Wirkung der organischen Säuren (oder stark sauer reagierender Salze) aus dem Verbande gingen. Wie gelangen nun diese saueren Substanzen, welche im Zellsafte auftreten, zur Membran? Normales Protoplasma ist für organische Säuren nicht durchlässig, wohl aber totes. Es ist also gar nicht zu bezweifeln, dass das Protoplasma der Trennungsschicht durch Frosttod für die organischen Säuren durchlässig geworden ist und so zu den Membranen gelangt ist. —

Wie ausserordentlich häufig die Zellen der Trennungsschicht durch organische Säuren maceriert werden, lässt sich folgender Tatsache entnehmen. Werden Sprosse sommergrüner Gewächse in der Zeit, in welcher die Trennungsschicht schon angelegt ist, in 2,5prozentige Oxalsäurelösung gebracht, so lösen sich fast bei allen Pflanzen in wenigen Tagen die Blätter infolge der macerierenden Wirkung der Oxalsäure vom Stamme los, genau so wie unter normalen Verhältnissen im Herbste.

Die Ablösung der Blätter in verdünnter Oxalsäurelösung unterbleibt in jenen Fällen, in welchen organische Säuren bei diesem Prozesse nicht beteiligt sind (z. B. bei *Buxus sempervirens*) oder bei welchen überhaupt kein Laubfall stattfindet (z. B. bei *Eupatorium adenophorum*[1]).

---

[1] Es kann bei Pflanzen, deren Blätter sehr reich an sauren Substanzen sind, die Ablösung der Blätter erfolgen, ohne dass sich die geringste Spur einer sauren Reaktion an den durch die Entlaubung freigelegten Flächen der Trennungsschicht nachweisen lässt, z. B. bei Echeverien und vielleicht bei allen Succulenten. Die Ablösungsflächen sind hier völlig trocken. Die Ablösung erfogt da infolge Wasserverlustes des sich lostrennenden Blattes, während die am Stamme zurückbleibende Partie des Trennungsgewebes noch turgesziert. Es findet also hier derselbe Trennungsmodus statt wie bei *Sambucus nigra*, der oben ausführlich beschrieben ist.

Blattablösung infolge macerierender Wirkung organischer Säuren kommt, wie u. a. auch oben dargelegt wurde, ungemein häufig vor. Dieser meiner schon vor langer Zeit ausgesprochenen Angabe widerspricht PFEFFER (Pflanzenphysiologie 2. Aufl., II p. 278) insofern, als er sagt, dass eine Ablösung von Blättern infolge macerierender Wirkung organischer Säuren nur „gelegentlich“ auftrete.

7. Es lässt sich der Nachweis liefern, dass die Blattablösung bei einer und derselben Pflanze entweder infolge starker Turgeszenz der Zellen der Trennungsschicht oder durch die macerierende Wirkung organischer Säuren erfolgen könne.

Aus meinen einschlägigen Beobachtungen wähle ich jene heraus, die sich auf *Goldfussia isophylla* beziehen, weil diese in Gewächshäusern oft kultivierte Pflanze das ganze Jahr hindurch zu Versuchen über Laubfall benutzt werden kann. Diese Pflanze empfiehlt sich auch deshalb zu unseren Versuchen, als sich bei derselben auch die Internodien vermittelst einer Trennungsschicht ablösen.

Sprosse dieser Pflanze, welche sowohl am Blattgrunde, als an den Internodialgrenzen Trennungsschichten ausgebildet hatten, wurden in drei Portionen geteilt. Eine Partie der Sprosse wurde unter Wasser gebracht, eine zweite kam in eine $2^1/_2$prozentige Lösung von Oxalsäure, die dritte in eine 10prozentige Lösung von Kalisalpeter. Von den im (destillierten) Wasser liegenden Sprossen lösten sich nach drei Tagen die ältesten Blätter organisch ab. Später folgten die jüngeren Blätter. Die Internodien trennten sich selbst nach wochenlanger Einwirkung von stets frisch zugetztem Wasser nicht, auch die jüngsten, noch ganz unentwickelten Blätter lösten sich nicht ab. Die Ablösung der Blätter erfolgte in der Art, dass die stark turgeszenten Zellen sich mit glatten Wänden aus dem Verbande lösten. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass in diesem Falle die starke Turgeszenz der Zellen der Trennungsschicht die Ursache der Loslösung der Blätter bildete. — In der verdünnten Oxalsäurelösung hatten sich schon nach zwei Tagen alle ausgewachsenen Blätter von den Stengeln gelöst. Nach vier Tagen waren, bis auf die jüngsten noch unentwickelten, alle Blätter abgefallen, und der ganze Stengel war in seine Internodien zerfallen. Die Zellen turgeszierten nicht, gingen aber mit glatten Wänden aus dem Verbande. Hier erfolgte die Ablösung der Blätter infolge der macerierenden Wirkung der Oxalsäure. Dass die durch Aufhebung des Turgors eingetretene Zusammenziehung der Zellen nicht die Ursache der Ablösung sein kann, geht aus den in Salpeterlösung eingetauchten Zweigen hervor. Die Zweige werden hierbei plasmolysiert, aber nicht ein einziges Blatt hat sich, selbst nach wochenlanger Einwirkung der Salpeterlösung, vom Zweige getrennt. Plasmolyse kann also bei der Ablösung der Blätter dieser Pflanze nicht im Spiele sein.

---

[1] Molisch, l. c., S. 155, hat zuerst konstatiert, dass an diesem Strauche keine organische Ablösung der Blätter erfolgt.

In der Natur kommt der Blattabwurf vielleicht auch durch die macerierende Wirkung organischer Säuren in Kombination mit einer durch Turgorspannung der Zellhäute hervorgerufenen Loslösung der Zellen zustande. In diesen bisher noch nicht genauer untersuchten Fällen müsste die Turgorspannung der macerierenden Wirkung der organischen Säuren selbstverständlich vorangehen. Bei Frostwirkung ist aber, wenn organische Säuren intervenieren und die Frostwirkung sich unmittelbar in der Trennungsschicht geltend macht, die Mitwirkung einer Turgorspannung bei der Blattablösung ausgeschlossen, da, wie schon bemerkt, das Protoplasma der Trennungsschicht durch die Kälte getötet wird, wobei es für organische Säuren durchlässig geworden ist und eine Turgeszenz der Zellen nicht stattfinden kann.

Beim Frostlaubfall lässt sich häufig leichter als beim gewöhnlichen herbstlichen Laubfall die Mitwirkung organischer Säuren zeigen, nämlich sauere Reaktion an den frischen Trennungsflächen nachweisen, weil bei der plötzlichen Tötung der Zellen der Trennungsschicht reichlicher saurer Zellsaft zur Membran tritt als bei dem langsamen Absterben des Protoplasmas der genannten Gewebeschicht im Herbste vor Eintritt des Frostes.

8. Der sub *c* angeführte Fall kommt nach Frostwirkung häufig vor, und zwar dann, wenn der ganze Blattkörper durch den Frost angegriffen wird, sei es partiell oder total, aber die unterhalb der Trennungsfläche gelegene Partie des Blattes, der Blattstumpf, intakt bleibt.

Schon nach dem ersten Froste erfrieren die Blätter von *Sambucus nigra.* Die erfrorenen Blätter transpirieren sehr stark bei über Null gelegener Temperatur. Es zeigt sich dies beim Hollunder in einem schlaffen Herabhängen der Blätter, welchem alsbald ein vollkommenes Eintrocknen folgt. Schneidet man solche mit welken Blättern versehene Sprosse ab, und stellt man sie mit dem abgeschnittenen Ende ins Wasser, so fallen die Blätter dieser Sprosse in der Wärme ebenso ab, wie die im Freien am Stamme befindlichen. Im Freien dauert diese Ablösung oft mehrere Wochen, während in einem temperierten Raume die Ablösung schon nach wenigen Tagen vor sich geht. Im Warmhause hatte sich an abgeschnittenen, mit erfrorenen Blättern besetzten Ästen, welche in einem mit Wasser gefüllten Gefässe standen, das ganze Laub innerhalb dreier Tage abgelöst. Versorgt man aber dergleichen Äste nicht mit Wasser, so vertrocknen die Blätter, ohne sich abzulösen. Vergleicht man nun die an den Ästen zurückbleibenden Anteile der Trennungschichten, so ergibt sich, dass dieselben an den ins Wasser gestellten Ästen turgeszierten, während sie an den trocken gehaltenen welk oder trocken waren. Es ist leicht einzusehen, dass einerseits die Zusammenziehung des eintrocknenden Blattgewebes, andererseits die Turgeszenz des am lebenden (oder am genügend mit Wasser versorgten, abgeschnittenen) Stamm zurückbleibenden Anteils der Trennungsschicht jene Spannung herbeiführt, welche zur Ursache der Blattablösung wird.

Genau derselbe Vorgang ist an *Ligustrum ovalifolium* zu beobachten, wenn das Laub erfroren ist. Die ins Warmhaus gebrachten Sprosse liessen ihre Blätter, wenn die Sprossenden ins Wasser tauchten, in 6—12 Tagen fallen, während an den nicht mit Wasser versorgten Sprossen die Blätter festsitzen blieben. Die Blätter lösten sich im ersteren Falle ab, ob Axillarknospen vorhanden waren oder nicht. Besonders rasch erfolgte die Ablösung jener Blätter, in deren Achseln Knospen standen. Diese Knospen kamen (anfangs Januar) im Warmhaus fast sofort ins Treiben. Die Ablösung nahm aber hier den Charakter des „Treiblaubfalls“ an, während dort, wo die Blattachsel leer blieb, die Ablösung genau in der Weise wie bei *Sambucus* erfolgte. *Ligustrum ovalifolium* ist nicht nur wegen der erheblichen Widerstandskraft des Laubes gegen Frost und andere äussere Einflüsse, sondern auch wegen des unter Umständen bei diesem Holzgewächse zur Geltung kommenden „Treiblaubfalles“ ein gutes Beispiel des Überganges von sommergrünen zu immergrünen Gewächsen.

9. Es soll nun versucht werden, jenen Vorgang der Blattablösung zu erklären, bei welchem durch Wasserausscheidung seitens der Trennungsschicht bei Frost eine Eislamelle zwischen dem Blattkörper und dem Blattstumpfe gebildet wird. Es ist dies der oben erwähnte, von H. VON MOHL so genau beschriebene Fall.

MOHL hat diesen Fall, soweit es sich um die Mechanik der Blattablösung handelt, nicht erklärt, sondern hat nur versucht, die Ursache des bei Frost erfolgenden, reichlichen Saftaustrittes aus der Trennungsschicht ausfindig zu machen. Eine Spaltung der Trennungsschicht war nach MOHL der Bildung der Eislamelle bereits vorausgegangen.

Schon die vorhin mitgeteilten Tatsachen geben Anhaltspunkte, um den ganzen Vorgang des Frostlaubfalls, wie er sich bei *Paulownia*, *Gymnocladus* usw. einstellt, zu erklären.

Der Frost tötet die Trennungsschicht und wohl auch in mehr oder minder hohem Grade die benachbarten parenchymatischen Gewebe des Blattgrundes; das Protoplasma stirbt ab, die Zellen verlieren ihre Turgeszenz, wobei das Protoplasma einen grossen Teil des Zellsaftes abgibt. So erklärt sich der Austritt des Wassers aus den erfrorenen Trennungsgeweben der Blätter in einfacher Weise. Man braucht nicht, wie es MOHL getan hat, ein Herauspressen des Saftes durch infolge der Kälte eingetretene Zusammenziehung der peripheren Gewebe als hauptsächlich oder ausschliesslich wirkenden Faktor anzusehen.

Der aus den Zellen austretende Saft reagiert stark sauer. Die in demselben gelösten, organischen Säuren wirken mazerierend auf die Trennungsgewebe ein. Indem die Mazeration vor sich geht, erstarrt das reichlich austretende Wasser zwischen der sich (infolge Mazeration der Zellen) spaltenden Trennungsschicht zu Eis und bildet die von MOHL beschriebene Eislamelle.

Bei spät eintretendem Froste erfolgt die Ablösung der Blätter von *Paulownia* ohne Mitwirkung der Kälte, also ohne Bildung einer Eislamelle. Der Ablösungsmodus ist dann ein anderer. Es kann deshalb, wie es MOHL beobachtet hat, schon vor Eintritt des Frostes eine Spaltung innerhalb der Trennungsschicht sich vollzogen haben.

Es ist aus dem hier vorgeführten Tatbestande zu ersehen, dass der hier beschriebene Vorgang (Austritt von Zellsaft aus den durch Frost getöteten Zellen, mazerierende Wirkung der im austretenden Zellsaft enthaltenen organischen Säuren) zur Blattablösung führen kann, ohne dass sich eine Eislamelle bildet, was ich bei *Elaeagnus argentea* und *Forsythia viridissima* gesehen habe, die bei rasch hereinbrechendem Froste ihre Blätter im grünen, lebenden Zustande abwarfen, und zwar auch bei Temperaturen unter Null.

10. Noch ist jener Fall der Blattablösung in Betracht zu ziehen, den ich oben sub *d* charakterisiert habe, in welchem die Ablösung des Laubes in der getöteten und eingetrockneten Trennungsschicht vor sich geht.

Ich habe diesen Fall an zahlreichen Holzgewächsen beobachtet, z. B. *Cornus sanguinea*, *Populus nigra*, *Acer tataricum*. Er stellt sich ein, wenn spät zur Entwicklung gekommene Blätter erfrieren, namentlich wenn die Blätter vor dem Frost durch Regen reich mit Wasser versorgt wurden.

Der Frost tötet in diesem Falle das Blatt einschliesslich der Trennungsschicht. Das Blatt trocknet nach Eintritt des Frosttodes rasch ein und bleibt oft sehr lange noch am Stamme. Die betreffenden Bäume oder Sträucher hatten Mitte November (1904) fast ihr ganzes Laub verloren, aber an den Zweigenden stehen jetzt noch (Mitte Januar 1905) die spätgebildeten Blätter.

Die Ablösung dieser Blätter erfolgt entweder mechanisch oder chemisch, nämlich entweder durch Wind oder andere äussere mechanische Kräfte oder durch Vermoderung.

Die Kohäsion ist in der Region der Trennungschicht in der Regel am geringsten. So bei allen eben genannten Holzgewächsen. Ein Gewicht von 30 bis 120 *g* pro Quadratmillimeter reicht häufig hin, um das gefrorene und eingetrocknete Blatt in der Region der Trennungsschicht abzureissen, während ein weitaus höheres Gewicht erforderlich ist, um den Blattstiel zu zerreissen. Dies nur zur beiläufigen Charakterisierung der Kohäsionsverhältnisse. Es treten die Unterschiede in der Bruchfestigkeit der betreffenden Partien der Blätter mit nicht geringerer Klarheit dem Beobachter entgegen. Blätter dieser Art werden durch Wind und Schneedruck von den Ästen abgebrochen und zwar in der Regel in der Trennungsschicht. Die meisten Zellen zerreissen dabei; merkwürdigerweise gehen manche Zellen derselben beim Bruch mit glatter Fläche aus dem Verbande.

Je länger die Atmosphärilien auf solche gefrorene, eingetrocknete Blätter einwirken, desto brüchiger wird das Blatt. Die grösste Brüchigkeit stellt sich in der Region der Trennungsschicht ein. Es genügt dann oft nur eine leise Berührung mit dem Finger, um das Blatt gerade im Bereiche der Trennungsschicht zur Ablösung zu bringen. Hier hat ein Vermoderungsprozess stattgefunden, wie sich durch folgende Versuche zeigen lässt. Werden Sprosse mit Blättern der beschriebenen Art unter Wasser getaucht, so lösen sich dieselben innerhalb weniger Tage an der Trennungsschicht schon nach sehr schwachen mechanischen Angriffen, z. B. durch Schütteln des Gefässes, in welchem sie sich befinden, ab. Auch in absolut feuchten Räumen erfolgt eine Vermoderung der Blätter, welche zunächst in der Trennungsschicht sich einstellt. In beiden Fällen scheint die Vermoderung unter Mitwirkung von Mikroorganismen vor sich zu gehen.

Dass sich die durch Vermoderung eingeleitete Schwächung der Kohäsion gerade innerhalb der Trennungsschicht vollzieht, hat einen doppelten Grund. Gerade die Trennungsschicht enthält in dem Meristemzustande, in welchem sie sich bei jenen Blättern, die wir im Auge haben, befindet, relativ reichliche Eiweisskörper, also besonders leicht zersetzliche Körper, bildet deshalb auch ein besonders günstiges Substrat zur Entwicklung von die Vermoderung bewirkenden Organismen, und dann sind die Kohäsionsverhältnisse innerhalb der Trennungsschicht schon wegen der zarten Membranen dieses Gewebes derartige, dass gerade diese Gewebeschicht am raschesten mechanisch angegriffen wird. So wird es verständlich, dass äussere mechanische Angriffe gerade innerhalb der Trennungsschicht am meisten Erfolg haben werden.

Wie meine eingangs genannten Notizen über den Laubfall, mögen auch die vorliegenden nur als vorläufige Mitteilungen angesehen werden.

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch, Bd. XXIII. Taf. I.

1.
2.
3.
4.
5.
14.
6.
7.
19.
17.
21.
f
e
d
c
a
9.
b
13.
20.
8.
11.
22.
15.
18.
16.
10.
12.

F. Heydrich gez. E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, **Kolkwitz, Gilg.**

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauerstrasse 29

Fragmenta Florae Philippinae. Contributions to the Flora of the Philippine Islands by J. Perkins, Ph. D. — Gross-Oktav. Mit Tafeln. Fasc. I — III: Subskriptionspreis 14 Mk.

Erscheint in zwanglosen Heften, die zu Bänden vereinigt werden. Nach Vollendung eines Bandes tritt ein erhöhter Preis in Kraft.

Symbolae Antillanae seu Fundamenta Florae Occidentalis edidit Ignatius Urban.

Die Flora Westindiens wird für alle Zeiten von grundlegender Bedeutung sein. Das Werk erscheint in zwanglosen Lieferungen von 8—10 Druckbogen. Zirka 30 Bogen bilden einen Band. Der Subskriptionspreis des Druckbogens beträgt 90 Pf.; nach Ausgabe eines Bandes wird der Preis für denselben erhöht.

Es sind erschienen: Volumen I—III: 106 Mk., Volumen IV, Fasciculus 1 u. 2: Subskriptionspreis 20 Mk. 70 Pf., Volumen V, Fasciculus 1: Subskriptionspreis 9 Mk. 90 Pf.

Salices Japonicae. Kritisch bearbeitet von O. von Seemen. Mit 18 Tafeln. Quart. Kartonniert 25 Mk.

Flora der Deutschen Schutzgebiete in der Südsee von Dr. C. Lauterbach und Professor Dr. C. Schumann. Mit Textfiguren und zahlreichen lithographischen Tafeln. Lex.-Oktav. Broschiert 40 Mk., im Halbfranzband 45 Mk.

Eine grundlegende Flora der deutschen Besitzungen in der Südsee.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 2.

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 2.

AUSGEGEBEN AM 29. MÄRZ 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 2.

Seite

Sitzung vom 24. Februar 1905 1

Mitteilungen:

8. F. Brand: Über Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen. (Mit 8 Abbildungen) 62
9. C. Correns: Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde. (Zweite Mitteilung über Bastardierungsversuche mit Mirabilis-Sippen) 70
10. H. Hallier: Ein zweiter Entwurf des natürlichen (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 85
11. Maurice Lilienfeld: Über den Chemotropismus der Wurzel. (Vorläufige Mitteilung) 91
12. L. Kny: Studien über intercellulares Protoplasma . . . 96

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 31. März 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 24. Februar 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliches Mitglied ist vorgeschlagen Herr:

Kraskovits, Guido, cand. phil., **Wien,** III, Mohsgasse 3 (durch R. VON WETTSTEIN und V. SCHIFFNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Bucher, stud. rer. nat. in **Leipzig,**
Jongmans, cand. phil. in **München,**
Kniep, Dr. in **Leipzig,**
Pringsheim, stud. rer. nat. in **Leipzig,**
Schikorra, stud. rer. nat. in **Berlin,**
Semadeni, Dr. in **Bergele** (Graubünden),
von Guttenberg, Dr. in **Graz.**

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 11. Februar d. J. erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn Geheimen Hofrates

Professor Dr. **Richard Sadebeck,**

früheren Direktors des Botanischen Museums und Laboratoriums für Warenkunde in Hamburg, welcher, nachdem er in den Ruhestand getreten war, seinen Wohnsitz in Meran aufgeschlagen hatte. Unserer Gesellschaft hat derselbe seit ihrer Gründung fortdauernd angehört. Zu Ehren des Verstorbenen erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

8. F. Brand: Über Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen.

Mit 8 Abbildungen.

Eingegangen am 16. Februar 1905.

Den Inhalt meines letzten Aufsatzes[1]) habe ich nicht etwa als „Untersuchungen“, sondern nur als „Betrachtungen“ bezeichnet, weil seine Tendenz vorwiegend darin bestand, verschiedene, noch ungenügend bekannte morphologische Verhältnisse, welche bei Gelegenheit systematischer Beschäftigung mit den Cyanophyceen meine Aufmerksamkeit erregt hatten, mit den vorhandenen Literaturangaben zu vergleichen. Eingehendere Prüfung der einzelnen Themata sollte einer späteren Zeit vorbehalten bleiben. Das ziemlich gleichzeitig mit meiner Arbeit erschienene bekannte Buch von KOHL[2]), sowie eine spätere Publikation desselben Autors[3]) berühren gleichfalls einige dieser Gegenstände. Der reiche Inhalt dieser Publikationen, sowie mehrere Einwürfe[4]) gegen meine Auffassungen, haben mich angeregt, zunächst den in der Überschrift bezeichneten Fragen näher zu treten.

Spaltkörper. Für diese Gebilde habe ich (a. a. O., S. 52) als Kennzeichen ein ursprünglich grünes, später aber immer vollständig entfärbtes Aussehen und eine homogene Beschaffenheit[5]) angegeben.

---

[1]) Morphologisch-physiologische Betrachtungen über Cyanophyceen. Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. 15, 1903.

[2]) F. G. KOHL, Über die Organisation und Physiologie der Cyanophyceenzelle. Jena 1903.

[3]) KOHL, Zur Frage nach der Organisation der Cyanophyceenzelle usf. Beihefte zum Bot. Centralbl., Bd. 18, 1904.

[4]) Bezüglich der anderen Differenzpunkte habe ich vorläufig nur zu bemerken, dass einer derselben tatsächlich nicht existiert, sondern nur auf einem Übersehen von seiten KOHL's beruht. Es soll mir nämlich nicht gelungen sein, die „Verschlusskörper“ als blosse Auflagerungen auf der Membran zu erkennen. (KOHL 1903, S. 199–200). Ich habe dieselben aber auf S. 40 (Zeile 20 von unten) ausdrücklich als „Anlagerungen“ bezeichnet und dieses Verhältnis in den Figuren 4, 10 und 11 der Tafel 2 so deutlich als möglich abgebildet.

[5]) KOHL (1904, S. 7) glaubt in meinen diesbezüglichen Angaben eine Inkonsequenz zu finden, weil ich auch körnige Zellen mit den anneaux blancs usw. identifiziert habe. Die betreffende Stelle, welche allerdings in Form einer An-

Dass in letzterer Qualität auch das Fehlen einer Membran inbegriffen war, geht daraus hervor, dass ich von „Körpern“ sprach und nicht etwa von Spaltzellen. Die besondere Entstehungsweise, welche ich damals für diese Körper vermutete, scheidet, wie sich in der Folge ergeben wird, nunmehr aus der Definition aus; dagegen hat sich meine sonstige Auffassung nicht geändert und soll hier nur ausführlicher dargestellt werden.

Der Spaltkörper kann in sehr verschiedenen Formen und Dimensionen erscheinen. In seiner schwächsten Form stellt er jene „dunkle transversale Linie“ (BORNET-THURET) dar, welche vollständig den Eindruck eines intercellulären Exkretes macht. Durch stärkere Vergrösserung und Wechsel der Einstellung kann man sich überzeugen, dass seine grüne Substanz oft nur die im Längsschnitte dreieckige Furche ausfüllt, welche zwischen den leicht abgerundeten Kanten zweier aneinander stossenden Zellen und der Scheide frei bleibt und dass er somit hier ringförmig. (Fig. 1). In anderen Fällen erscheint die dunkle Linie breiter und ist nicht nur bei hoher, sondern auch bei mittlerer Einstellung sichtbar, weil hier der Ring durch eine Platte geschlossen ist, und es kommen von da alle Stufen bis zu erheblich dicken meniskusförmigen oder konvex-konkaven Formen zur Beobachtung. Formen letzterer Art stellen unsere Figuren 2, 3 und 7, sowie 8, 18 und 19 der Tafel II in meinem vorigen Aufsatze dar. Die grüne Farbe dieser gut lichtbrechenden Körper charakterisiert sich weder als reines Chlorophyllgrün, noch als Span- oder Blaugrün, sondern wäre durch eine Mischung von Schwarz mit Chlorophyllgrün darzustellen. Nebst dunkelgrünen Exemplaren findet man aber auch heller grüne und dann alle Übergänge von solchen bis zu ganz farblosen, stark lichtbrechenden Körpern. In meinen Zimmerkulturen von *Tolypothrix penicillata* wurden die anfangs in grosser Anzahl vorhandenen dunkelgrünen Spaltkörper allmählich durch heller gefärbte ersetzt, bis schliesslich fast nur noch ganz entfärbte Exemplare vorhanden waren, so dass die Abstammung der letzteren von den grünen Körpern sichergestellt erscheint. Mit dem Fortschritte der Entfärbung geht in der Regel eine Zunahme der Konsistenz Hand in Hand. Die farblosen Exemplare lassen sich ohne wesentliche Deformierung im Präparate hin und her schieben und trotzen dem Drucke, welchen sie beim Austritte der Scheinäste vor dem Einreissen der Scheide erleiden, so dass man sie dann oft ganz unverändert, oder nur etwas verbogen in veränderter Stellung (Fig. 4), oder an andere Orte verschoben, oder selbst ausserhalb der Scheide vorfindet, wie das BORZÌ schon abgebildet hat.

---

merkung leichter verständlich gewesen wäre, drückt jedoch nicht meine eigene (damalige) Ansicht aus, sondern sagt: „nach der Meinung SCHWENDENER's“ usf. (a. a. O., S. 50, Zeile 13 und 14 von unten).

Dass Spaltkörper (sowie auch Nekriden) vom Trichome durchwachsen wurden, habe ich nur bei Rivulariaceen gesehen. Bei anderen Familien ist mir dergleichen niemals vorgekommen, man müsste denn den Umstand, dass die äusserste Spitze der anstossenden Zellen den Innenraum eines ringförmigen Spaltkörpers ausfüllt, als Durchwachsung auffassen. Wenn Cyanophyceen in der Kultur Not leiden, so zerfallen zuerst die Nekriden, dann entfärben sich die bisher gesunden Zellen. Die Spaltkörper verblassen erst später, und ihre Form ist meist noch wohl erhalten, wenn die vegetativen Zellen schon hochgradig entartet sind. Unsere Fig. 5 zeigt ein im Hängetropfen erkranktes Fadenstück von *Oscillaria anguina* mit einem hellen Spaltkörper *s* und zwei abgestorbenen Zellen *nn*. Fig. 5 stellt dasselbe Objekt nach Ablauf von drei Tagen dar. Die Nekriden sind jetzt vollständig zerfallen, die vegetativen Zellen sind blasser geworden und beginnen sich von dem wohl erhaltenen Spaltkörper abzulösen, während zwei weitere Zellen abgestorben sind. Auch gegen künstliche Einwirkungen sind die Spaltkörper wenig empfindlich. Ihre

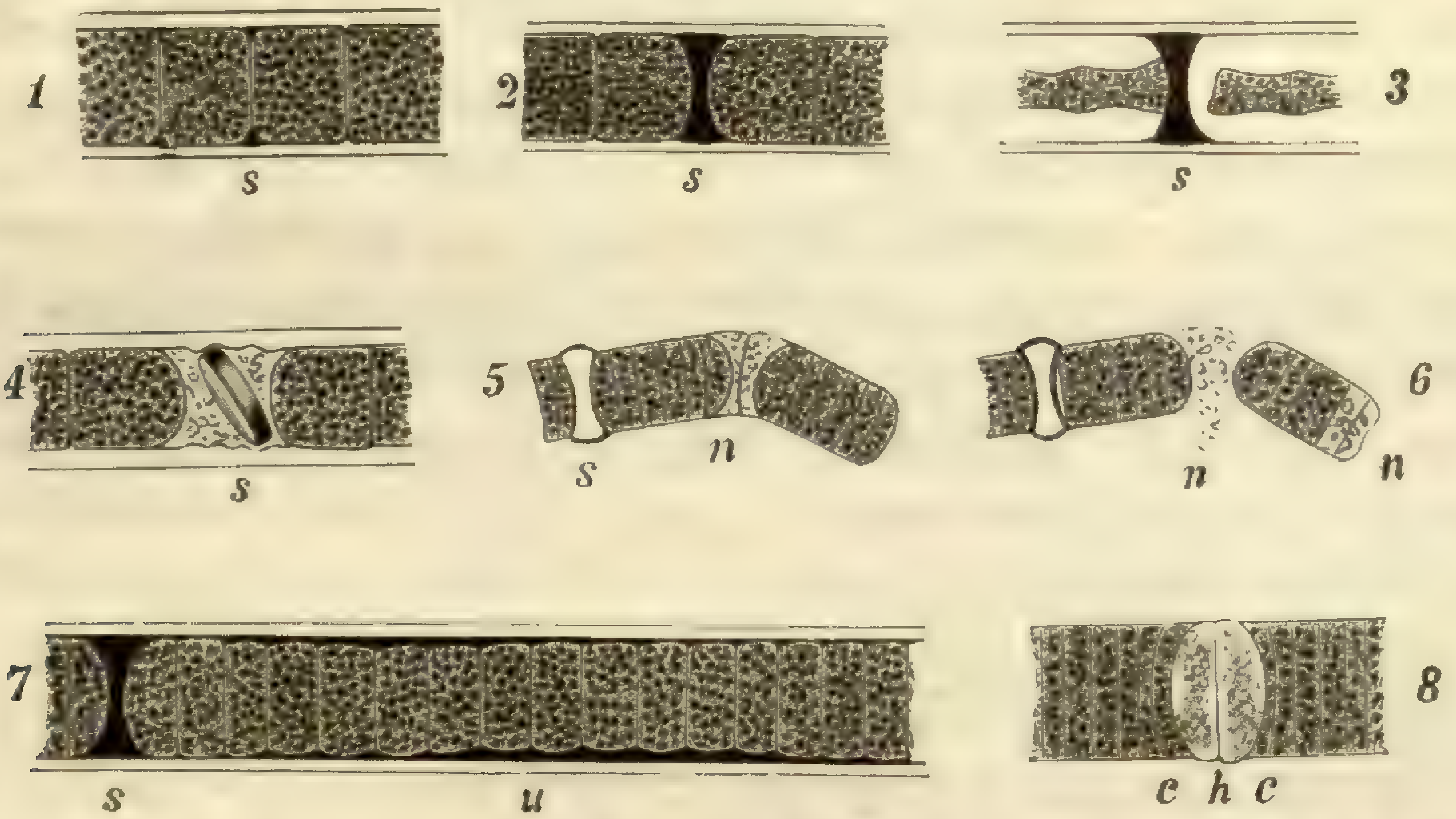


Fig. 1. Fadenstück von *Tolypothrix penicillata* mit einem dünnen ringförmigen Spaltkörper *s* im optischen Längsschnitt; lebend.
„ 2. Dieselbe Alge mit einem meniskusförmigen grünen Spaltkörper *s*; lebend.
„ 3. Das vorige Präparat unmittelbar nach dem Zusatze von reinem Glyzerin. Zellen geschrumpft, Spaltkörper unverändert.
„ 4. *Tolypothrix penicillata* mit einem ringförmigen Spaltkörper, welcher sich in einem durch Zerfall einer Nekride entstandenen Raume schräg gestellt hat; lebend.
„ 5. *Oscillaria anguina* mit einem entfärbten Spaltkörper *s* und zwei abgestorbenen Zellen *n*; lebend im Hängetropfen.
„ 6. Das vorige Objekt nach Ablauf von drei Tagen. *s* Spaltkörper, *nn* Nekriden.
„ 7. *Plectonema radiosum* mit einem Spaltkörper *s* und dunkelen seitlich gelagerten Massen *u* von unsicherer Herkunft; lebend.
„ 8. Fadenstück von *Oscillaria limosa* mit zwei hydropischen Zellen *h* und konkav eingedrückten Nachbarzellen *cc*; lebend.

grüne Farbe wird durch Erhitzen des Objektträgers nicht verändert, während die vegetativen Zellen rasch gelblich werden, und in Alkohol entfärben sie sich erst lange nach den vegetativen Zellen, nachdem sie zuerst eine dunkelviolette Farbe angenommen haben. Durch unvermittelte Überführung in reines Glyzerin tritt vorübergehend energische Schrumpfung der Zellen ein, die Spaltkörper bleiben aber ganz unverändert (Fig. 2 und 3). Sie widerstehen auch starker Kalilauge und Schwefelsäure, sowie 33prozentiger Chromsäure. Durch Jodschwefelsäure, wie durch Chlorzinkjod tritt keine Cellulosereaktion ein; durch letzteres Reagens, sowie durch Jodjodkali werden sie aber gelb gefärbt. Bei der Schnellfärbung (vergl. BRAND, a. a. O., S. 46, Anmerkung) wirken solche Farbstoffe, welche von der lebenden Zelle gespeichert werden, auch rasch und kräftig auf die Spaltkörper, so z. B. Methylviolett und Methylenblau; ferner das von KOHL verwendete Brillantblau. Weniger wirksam ist einer jener Stoffe, welche von der lebenden Zelle niemals angenommen werden, nämlich das Kongorot. Es ist das bemerkenswert, weil dieser Farbstoff die Nekriden und selbst deren letzte körnige Reste deutlich rötet, so dass sich die Spaltkörper, welche wir doch aus anderen Gründen als leblose Massen ansehen müssen, in dieser Beziehung ähnlich wie lebende Zellen verhalten. Dagegen färbt Eosin die farblosen Spaltkörper ziemlich gut. Einzelne Ausnahmen sind übrigens hier — wie überhaupt bei der mikroskopischen Färberei — nicht ausgeschlossen.

Bezüglich der nahe liegenden Frage, ob sich die vorbeschriebenen Körper aus vegetativen Zellen herausbilden können, haben mir Kulturversuche mit einzelnen Fäden kein entscheidendes Resultat ergeben, da sie alle in hängenden Tropfen rasch degenerierten. Auch Zimmerkulturen ganzer Bestände von *Tolypothrix penicillata* brachten keine Aufklärung. Wenn bei der Einsammlung nur wenige Spaltkörper vorhanden waren, trat in der Kultur keine Vermehrung derselben ein, sondern es schienen sich nur Nekriden zu bilden, so wie auch in dem ausschliesslich kultivierten Materiale KOHL's nicht alle Formen und Entwicklungsstufen der Spaltkörper aufgetreten zu sein schienen. Unter diesen Verhältnissen war ich darauf angewiesen, aus anderweitigen Beobachtungen Schlussfolgerungen zu ziehen. An den jungen Beständen von *Tolypothrix penicillata*, welche ich zuerst beobachtete, waren nun zwar viele Spaltkörper vorhanden, aber gar keine solche Zellmodifikationen, von welchen man sie hätte ableiten können. Dieser Umstand, sowie das grosse Missverhältnis, in welchem ihr oft so geringes Volumen (Fig. 1) zu jenem der ziemlich langen vegetativen Zellen stand, schienen auch bei unserer Alge die Spaltkörper nicht als Abkömmlinge der letzteren erkennen zu lassen, sondern zur Annahme jener intercellulären Ausscheidung zu nötigen, welche BORNET-THURET bei *Calothrix confervicola* angegeben hatten. Nachdem ich aber später in älteren Beständen mehrfach Zellen gesehen hatte, welche Übergangsformen zu Spaltkörpern darzustellen schienen, und auch in KOHL's Figuren mehrere derartige Formen zu erkennen waren, versuchte ich, unserem Problem durch genaueres Studium der Lebensgeschichte von *Tolypothrix penicillata* beizukommen.

Diese Alge ist perennierend und bildet keine Dauerzellen. Sie erhält sich während der zwei Epochen, in welchen ihre vegetative Tätigkeit eingeschränkt ist und ihre Bestände sehr zurückgehen, nämlich im Winter und im Hochsommer, in einer gewissen Anzahl von Fäden, welche in dicke gelbe Gallertscheiden eingeschlossen sind und nebstdem durch dichte Besetzung mit Diatomeen einen weiteren Schutz geniessen. Beim Eintritt günstiger Verhältnisse wachsen die überlebenden Trichome aus den alten Hüllen heraus, umgeben sich zunächst nur mit dünnen, farblosen Scheiden und bilden durch falsche Verzweigung junge Bestände. Hierbei findet kein regelmässiges Spitzenwachstum statt, sondern es tritt auch an vielen interkalaren Stellen lebhafte Zellteilung ein, so dass die Trichome zugleich aus den Scheiden herausgeschoben werden. Über das Mass der Beweglichkeit, welches den Zellen innerhalb der Scheide zukommt, gab der Zusatz von Glyzerin zu lebenden Fäden lehrreichen Aufschluss. In einem von mir gemessenen Falle ragte ein lebendes Trichom von *Tolypothrix penicillata* 63 μ weit aus einer alten Scheide hervor. Unter der Einwirkung des Glyzerins zog es sich sofort so weit in die Scheide zurück, dass sein apikales Ende 130 μ vom Ende der Scheide entfernt innerhalb derselben zu liegen kam. Aus diesem Experimente lässt sich schliessen, dass bei der durch interkalare Zellteilung erzielten Streckung des Trichomes Teile desselben, welche früher tief innerhalb der alten Scheide gelegen hatten, sich später weit ausserhalb derselben vorfinden können. Mit dieser Erkenntnis sind wir am Ziele unserer biologischen Zwischenbetrachtung angelangt. Es ergibt sich aus ihr die Möglichkeit, dass jene Spaltkörper, welche sich an jungen regenerierten Beständen von *Tolypothrix penicillata* finden, obgleich an solchen Algen oft keine Nekriden bemerklich sind, von welchen sie abgeleitet werden könnten, dennoch von entarteten Zellen herstammen können, und zwar von solchen, welche von der vorhergehenden Vegetationsperiode her in den alten Scheiden eingeschlossen waren und sich schon vor ihrem Austritt in Spaltkörper umgewandelt hatten. Durch starke Chromsäurelösung werden die Scheiden schnell aufgehellt, und man kann sich dann leicht überzeugen, dass in den alten Fäden immer zahlreiche Nekriden und Übergangsformen vorhanden sind. Auch an Oscillarien habe ich zu gewissen Zeiten nur Spaltkörper, zu anderen auch Nekriden gefunden, so dass hier wohl auch gewisse Ruhezustände in Betracht kommen.

Durch vorstehende Aufklärung ist wohl das grösste Hindernis, welches sich der Annahme eines genetischen Zusammenhanges zwischen Nekride und Spaltkörper entgegengestellt hatte, so ziemlich beseitigt, allein die Aufstellung einer plausiblen Entwicklungsreihe, welche wir ja auch bei KOHL vergeblich suchen, stösst immer noch auf Schwierigkeiten. Aus den verschleimten und zum Zerfalle neigenden Konkavzellen dieses Autors können wir schwerlich die „anelli di sostanza solida“ BORZÌ's oder die evident soliden Spaltkörper von *Oscillaria anguina* hervorgehen lassen. Über diese Schwierigkeit kann uns nur die Annahme hinweghelfen, dass sich die Degeneration der vegetativen Zellen nicht immer nach demselben Schema abspielt, sondern dass sie in mindestens zweierlei Weise verlaufen kann:

1. Die Zelle wird von einer „Verflüssigungskrankheit“ befallen; ihr Inhalt wird gelblich, seltener grün, verschleimt bis auf einzelne Körner und verschwindet schliesslich. Solche Zellen kontrahieren sich in Glyzerin (vorübergehend!) mehr oder weniger deutlich und röten sich bei Schnellfärbung mit Kongorot. Als Beispiel für diese Modifikation, welche ich als „Nekriden“ bezeichnet habe, mögen die gelben Konkavzellen *c* 1 *c* 1 in der Fig. 5 Taf. *e* bei KOHL dienen.

2. Aus der Zelle bildet sich durch gallertige Metamorphose ein membranloser, durchaus homogener Körper, welcher immer zuerst dunkelgrün gefärbt ist, unter zunehmender Konsolidation schliesslich vollständig farblos und stark lichtbrechend wird und sich weder in Glyzerin kontrahiert, noch durch Kongorot färbt. Hierher gehören alle meine Spaltkörper einschliesslich der anneaux von BORNET-THURET, der anelli BORZÌ's und eines Teiles der Konkavzellen KOHL's, wie z. B. die in der zitierten Figur dargestellte grüne Zelle *c* 1. Dass solche gallertig entartete Zellen bald nur einen Ring, bald einen dünnen, bis erheblich dicken Meniskus darstellen, erklärt sich teils aus der Verschiedenheit des Längsdurchmessers, welchen die Zellen ursprünglich besessen hatten, teils auch dadurch, dass oft zwei oder mehrere aneinander gereihte Zellen gleichzeitig und in gleicher Weise degenerieren und zu einem einzigen Körper verschmelzen. Aber auch vorstehende Annahmen erklären noch nicht alles, sondern zum Verständnisse der dünnsten Spaltkörperformen (Fig. 1) bedürfen wir noch der weiteren Voraussetzung, dass Zellen, deren gallertige Metamorphose schon begonnen hat, nachträglich ein mehr oder weniger flüssiges Stadium durchmachen und während dessen teilweise resorbiert werden können. Dass aber ein derartiger Vorgang nicht regelmässig und in allen Fällen stattfindet, zeigen unter anderem in einwandfreier Weise einige *Oscillaria*-Arten, bei welchen in Abwesenheit einer Scheide trotz der Spaltkörper und während ihres ganzen Entwickelungsganges das Trichom zusammenhält und erst nach ihrer vollständigen Entfärbung und Konsolidierung der Zerfall eintritt.

Um in dieser Sache den Gesichtskreis nach allen möglichen Richtungen zu erweitern, habe ich schliesslich die Nachforschungen auch auf Grünalgen ausgedehnt. Hier fanden sich nun an einem Bestande von *Hormidium* (*Schizogonium*) *parietinum* Gebilde vor, welche eine unverkennbare Ähnlichkeit teils mit den Nekriden, teils mit den bikonkaven Spaltkörpern der Cyanophyceen aufwiesen. In diesen Fällen waren die dunkelgrünen Menisken niemals so dünn, dass sie die Vermutung einer intercellulären Ausscheidung nahegelegt hätten. Nebstdem enthielten alle Stadien der Nekriden je ein oder mehrere Körner eines braunen Farbstoffes. Dieselben Körner fanden sich nicht allzuselten auch in den dunkelgrünen sowohl, als in den entfärbten, spaltkörperähnlichen Gebilden vor und wiesen deutlich darauf hin, dass diese Körper von entarteten Zellen herstammten.

Aus alledem scheint mir hervorzugehen, dass es trotz des täuschenden Anscheines nicht mehr nötig ist, mit BORNET-THURET gewisse Spaltkörper als Produkte einer Ausscheidung aus den benachbarten Zellen aufzufassen, sondern dass alle diese Gebilde sogar mit grösserer Wahrscheinlichkeit, entsprechend der Ansicht von SCHWENDENER und KOHL, als Abkömmlinge entarteter vegetativer Zellen gedacht werden können. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass auch die Annahme einer Abstammung von vegetativen Zellen auf ziemlich komplizierten Voraussetzungen beruht, sowie dass der positive Nachweis eines solchen Zusammenhanges, welcher nur durch erfolgreiche Kulturversuche mit einzelnen Fäden erbracht werden könnte, zurzeit noch aussteht. Schliesslich existieren einige Punkte, welche noch der Aufklärung bedürfen. So ist z. B. die Farbe der Spaltkörper und Nekriden oft so dunkel, dass sie sich durch Kompression allein nicht erklären lässt. Da ferner, wie ich hiermit konstatieren will, die vegetativen Nachbarzellen dieser Gebilde oft deutlich heller erscheinen als die übrigen Fadenzellen, so habe ich die Vermutung geäussert, dass vielleicht ein von den vegetativen Zellen ausgeschiedener Stoff in die degenerierten Zellen übertrete. KOHL (1904, S. 7) hat die diesbezügliche Stelle durch ein Ausrufzeichen beanstandet. Jene Leser, welche etwa geneigt wären, dieses Zeichen als eine Widerlegung aufzufassen, mache ich darauf aufmerksam, dass die Möglichkeit einer Ausscheidung gewisser Stoffe aus der Cyanophyceenzelle und die nachfolgende Umwandlung derselben in eine Art von Intercellularsubstanz (Spaltkörper) innerhalb eines Zeitraumes von nunmehr 25 Jahren niemals bestritten worden ist. Deshalb schien auch die weitere Eventualität recht wohl denkbar, dass, wenn von zwei aneinander gereihten Zellen die eine abstirbt und nun ihre Querwand für gelöste Stoffe und insbesondere für Farbstoffe durchlässiger wird, gewisse von ihrer Nachbarin ausgeschiedene Stoffe in sie eindringen, anstatt sich zwischen den Zellen zu kondensieren. Wenn es mir nun auch mittlerweile nicht gelungen ist, die tatsächliche Existenz derartiger Vorgänge nachzuweisen, so kann ich doch nicht zugeben, dass dergleichen von vornherein als eine Unmöglichkeit anzusehen sei. Ferner sind mir sowohl bei *Scytonema myochrous*, als bei *Plectonema radiosum* Fälle vorgekommen, in welchen Schichten einer dunkelgrünen Masse an den Seitenflächen einer grösseren Anzahl von vegetativen Zellen situiert waren, wie unsere Fig. 7 darstellt. Ein solches Bild könnte zwar möglicherweise durch eine hochgradige sekundäre Verschiebung sehr stark verflüssigter Zellreste entstehen, erinnert aber andererseits an die von HIERONYMUS beobachteten Zellausscheidungen.

Konkavzellen. Die Charakterisierung dieser Zellen ist wohl aus KOHL's Werk allgemein bekannt, und ich will hier nur ihr schliessliches Schicksal hervorheben: „Durch die vollständige Verschleimung ihres Inhaltes werden sie nach und nach körnchenfrei, sie erscheinen oft glasartig durchsichtig. Die Membranen haben bei vollständiger chemischer Metamorphose ihre Festigkeit eingebüsst, so dass bei geringstem Druck ein Reissen derselben eintritt und ein Erguss des Inhaltes nach aussen . . . schliesslich verschwinden dieselben“ bei *Nostoc* und *Anabaena* (KOHL 1903, S. 135—136). Dass die Konkavzellen auch als mehr oder weniger feste Körper persistieren könnten, ist nicht angegeben, dagegen wird wiederholt auf ihre definitive Verschleimung hingewiesen, vermöge welcher sie bei lateraler Hormogoniengeburt gleichsam als Schmiermittel dienen könnten (a. a. O., S. 133). Nebstdem sind aber auch Gebilde beschrieben, welche gewissen Stadien meiner Spaltkörper entsprechen, weil sie auch grün erscheinen und keine Membran mehr erkennen lassen. — Ein Überblick über meine bisherigen Ausführungen, sowie über sämtliche Angaben und Abbildungen von KOHL zeigt, dass seine „Konkavzelle“ den Inbegriff zahlreicher Formen und Stadien verschiedenartiger Degeneration vegetativer Zellen darstellt, mein „Spaltkörper“ aber eine mit Verlust des Zellcharakters einhergehende und ausdauernde bestimmte Modifikation der Konkavzelle. Die übrigen Modifikationen der letzteren, welche noch Spuren eines Zellbaues erkennen lassen, habe ich durch die von früheren Autoren übernommene Bezeichnung „Nekride“ unterschieden.

KOHL stellt die Konkavität der Querwände in den Vordergrund der Beschreibung seiner Konkavzellen. Ich habe nun über eine Beobachtung zu berichten, welche zeigt, dass nicht alle Zellen, welche eine solche Einsenkung aufweisen, ohne weiteres als Konkavzellen im Sinne KOHL's aufzufassen sind. In einem etwa acht Tage lang kultivierten Bestande von *Oscillaria limosa* fanden sich nämlich hier und da, entweder vereinzelt oder zu zweien, auffallend heller gefärbte und konvex gewölbte Zellen (Fig. 8, *hh*, welche die Querwände der anstossenden normal gefärbten vegetativen Zellen eindrückten und ihnen somit eine konkave Form aufnötigten (*vv* derselben Figur). Diese Art von Konkavzellen verhielt sich nicht nur in bezug auf die Färbung, sondern auch auf die körnigen Bestandteile ihres Inhaltes, sowie in ihrer Reaktion auf Glyzerin und Kongorot ebenso wie die übrigen, normal geformten Fadenzellen, so dass man auch einen normalen Turgor bei ihnen voraussetzen konnte, während durch die unmittelbare optische Erscheinung sowohl als durch Reagentien und Färbung sich zeigte, dass die abnormal turgeszenten, aufgeblasenen hellen Zellen einen aussergewöhnlich grossen Wassergehalt besassen. Da der Mediziner pathologische Wasseransammlungen, insbesondere solche, welche sich in Körperhöhlen ausbilden, als Hydrops bezeichnet, möchte ich Zellen letzterer Art „hydropische" Zellen nennen.

9. C. Correns: Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde.

(Zweite Mitteilung über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen.)

Eingegangen am 16. Februar 1905.

In diesen Berichten, Bd. XX, S. 594 u. f. (Dezember 1902), habe ich vor zwei Jahren über meine Bastardierungen mit Sippen der Gattung *Mirabilis* berichtet. Unter den Ergebnissen, die ich damals mitteilen konnte, waren zwei, die besonders auffallen mussten: die roten Blüten der Bastarde zwischen den gelbblühenden und weissblühenden, konstanten Sippen, und die gestreiften Blüten der Bastarde zwischen Sippen, die konstant einfarbige Blüten besitzen.

Seitdem habe ich die in mancher Hinsicht mühsamen Versuche fortgesetzt und ausgedehnt; hier soll von den Bastarden, die die oben genannten Eigentümlichkeiten zeigten, nur jener besprochen werden, der einstweilen am genauesten untersucht wurde. Es ist das:

Mirabilis Jalapa alba + M. J. gilva.

Die I. Generation.

Das eine Elter hat weisse, das andere gelbliche Blüten; beide sind vollkommen konstant. Die erste Generation des Bastardes blüht, wie l. c. S. 599 geschildert wurde, hellrosa mit roten Sprenkeln und Streifen. Einzelne ganz rote Blüten, auch ganze Äste mit roten Blüten, waren nicht selten; ein Stock trug fast lauter hellrote Blüten, bei einem war der Grund der gestreiften Blüten sehr blass, fast weiss[1]).

Ich zeigte, dass man das Auftreten des Rot erklären könne — ohne zur Entfaltung latenter Eigenschaften oder gar neuer Merkmale greifen zu müssen — durch die Annahme, der eine Farbstoff sei eine Modifikation des andern, und diese Modifikation sei durch das Vorhandensein einer bestimmten Anlage dafür bedingt. Wenn wir, was sich auch ontogenetisch stützen lässt, den roten Farbstoff aus dem gelben hervorgehen lassen, haben wir dann zwei Anlagenpaare:

1. Paar: Farbstoffbildung — keine Farbstoffbildung.
2. Paar: Keine Modifikation — Modifikation in Rot.

Der erste Paarling jedes Paares: Farbstoffbildung, keine Modifikation, gehört der Sippe *gilva*; der zweite: keine Farbstoftbildung, Modifikation in Rot, der Sippe *alba*. Alle „positiven“ Anlagen sind **aktiv**, auch jene für die Modifikation in Rot bei der Sippe *alba*; wir sehen sie nur (gewöhnlich) nicht, weil (gewöhnlich) kein Farbstoff gebildet wird. Die „positive“, gesperrt gedruckte Anlage dominiert in jedem Paar; der Bastard erhält von *gilva* die zur Farbstoffbildung, von *alba* die zur Modifikation des Farbstoffes in Rot, er blüht daher rot[2]).

Anders liegen die Verhältnisse bei der Streifung. Hier dürfte es sich, wie ich schon l. c. S. 607 hervorhob, wirklich um die Entfaltung einer latenten Anlage handeln. Zunächst ist zu betonen, dass die Sippe *alba* nicht nur mit der Sippe *gilva*, sondern mit allen andern geprüften Sippen diese Streifen gibt. Bei den Bastarden mit der Sippe *rosea* und einer neuen, sehr blass roten Sippe, die ich var. *pallida* nennen will, ist das sofort zu sehen; wenn es sich bei den Bastarden mit den Sippen *rubra* und *flava* erst in der zweiten Generation zeigt, so beruht das nur darauf, dass diese in der ersten so wie so homogen rot blühen, und die Streifen maskiert sind. Diese Sippen geben ferner untereinander keine gestreiften Bastarde (soweit sie hierauf geprüft wurden); so sind vor allem *gilva* + *pallida*, *gilva* + *rosea* und *pallida* + *rosea* homogen rosa, in verschiedener Intensität. — Alles zusammen lehrt, dass die latente Anlage zur Streifung allein, oder doch allein in entfaltbarem Zustand, in der verwendeten Sippe *alba* stecken muss.

---

[1]) Den einen habe ich in meiner ersten Mitteilung ungenau „rosa“, den andern „weiss, rot gestreift“ genannt.

[2]) Eine im Prinzip identische Erklärung hat einige Monate später CUÉNOT zur Erklärung seiner Resultate bei Bastardierungsversuchen mit Mäuserassen verwandt, als er mit einem Chromogen und verschiedenen Diastasen operierte. (L'hérédité de la pigmentation chez les souris; Archives de Zool. expér. et générale 1903).

Die Untersuchungen des Jahres 1903 zeigten dann, dass es sich bei dieser *alba* eigentlich um gar keine völlige Latenz handelt. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Blüten nicht allzu selten einzelne rote Punkte zeigten, sehr oft nur einen einzigen, selten solche, die mehr als $^1/_4$ *qmm* gross waren. Sie sind sehr leicht zu übersehen.

Nachstehende kleine Tabelle bringt die Resultate für jene neun Individuen der Sippe *alba*, von denen mehr als 150 Blüten untersucht worden waren.

Tabelle I.

Nummer	Gesamtzahl der untersuchten Blüten	Blüten mit roten Punkten	Prozent
1	938	27	2,9
2	915	60	6,6
3	704	14	2,0
4	199	6	3,0
5	185	0	0
6	176	8	4,5
7	176	0	0
8	164	2	1,2
9	153	3	2,0

Ob es ganz fleckenfreie *alba* gibt, bleibt dahingestellt; die individuellen Schwankungen sind gross, und die Zahl der untersuchten Blüten ist bei Nr. 5 und 7 noch recht klein.

Die Rotstreifung der Bastarde ist also ein in der Sippe *alba* steckendes Merkmal, das bei Selbstbefruchtung und Inzucht (fast vollkommen) latent bleibt, aber durch den Zutritt fremden Keimplasmas zur vollen Entfaltung gebracht wird.

Die II. Generation.

A. Der typische Bastard (rosa, rot gestreift).

Bei meiner notgedrungen kleinen Aussaat (18 Individuen) konnte ich seinerzeit (l. c. S. 601) schon fünferlei äusserlich verschiedene Nachkommen sicher, siebenerlei mit Wahrscheinlichkeit nachweisen, unter denen die Farben der Eltern — weiss und gelb — und die Farbe des Bastardes — rot — vertreten waren. 1903 habe ich dann grössere Aussaaten machen können. Mehr als 1000 Körner gaben aber nur 740 blühende Stöcke, so dass ich mit den 18 des vorhergehenden Jahres **758** untersuchen konnte. Sie liessen sich nach ihren Blüten in **11** Klassen bringen, die in der nachstehenden Tabelle II aufgezählt sind; es ist auch gleich die Individuenzahl angegeben, in der sie vertreten waren, und die Prozentzahl, die sich daraus berechnet. Die

Bezeichnung der Farben ist die gleiche wie in der ersten Mitteilung, übrigens von selbst verständlich; die Zahlen für die beiden meist recht auffällig verschiedenen hellen und dunkeln Modifikationen der *gilva* und *rosea* sind einstweilen zusammengezogen[1]).

Tabelle II.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba* + *gilva.*

	Individuenzahl	pCt.		Individuenzahl	pCt.
1. *alba*	.	.	. . . .	50	**6,60**
A. **Gelbe** Reihe . .	132	**17,41**	B. **Rote** Reihe . . .	576	**75,98**
2. *alba flavostriata* . . .	30	**3,96**	7. *alba rubrostriata* . .	125	**16,49**
3. *gilva*, hell . . . . . . 4. *gilva*, dunkel	39	**5,15**	8. *rosea*, hell . . . . . 9. *rosea*, dunkel	205	**27,04**
5. *gilva flavostriata* . . .	57	**7,52**	10. *rosea rubrostriata* . .	208	**27,44**
6. *flava*	6	**0,79**	11. *rubra*	38	**5,0**

Zunächst wird auffallen, dass, abgesehen von den weissen Stöcken, die Klassen in zwei vollkommen parallel gehenden Reihen auftreten, in einer gelben und einer roten, mit folgenden Stufen: 1. farblos, gestreift; 2. hell gefärbt, homogen, wieder in zwei Abstufungen: schwächer und stärker; 3. hell gefärbt, gestreift; 4. dunkel gefärbt. Die rote Parallelform ist stets häufiger als die gelbe, durchschnittlich im Verhältnis (576 : 132 =) 4,4 : 1[2]).

Es liegt nun nahe, anzunehmen, dass in beiden Reihen eine weitere Stufe: völlig farblos, vorangehe, und die 50 *alba*-Stöcke dementsprechend im Verhältnis 4,4 : 1 zu verteilen. Es fallen dann auf die rote Reihe 41, auf die gelbe 9, so dass die Gesamtzahlen sind:

---

1) Hier sei nur beiläufig bemerkt, dass von 203 geprüften *rosea*-Stöcken 79 zur hellen, 124 zur dunklen Modifikation gehörten (Verhältnis 2 : 3), und dass einer dieser hellen *rosea*-Stöcke weisse und rosa Nachkommen gab, ein dunkler nur rosa Nachkommen und drei andere dunkle gelbliche und rosa Nachkommen. (Vergl. Tabelle VIII, Klasse 10–12, S. 80).

2) Anmerkung:

Stufe	Rote Reihe zur gelben Reihe	Rot zu gelb	Differenz der Zahl für rot mit dem Mittel (4,4)
Farblos, gestreift	125 : 30	4,2 : 1	− 0,2
Hell, homogen	205 : 39	5,3 : 1	+ 0,9
Hell, gestreift	208 : 57	3,7 : 1	− 0,7
Dunkel	38 : 6	6,3 : 1	+ 1,9

Gelbe Reihe	141 Exemplare,	18,6 pCt.
Rote „	617 „	81,4 „

Wir hätten also **12** Klassen zu unterscheiden.

Die Zahl der Klassen lässt sich nun wieder reduzieren. Prüft man, wie ich es in den letzten Jahren wiederholt getan habe, gestreift blühende *Mirabilis*-Sippen bei Selbstbestäubung auf ihre Konstanz, so findet man bei genügend grosser Aussaat, dass sie ausser gestreift blühenden Individuen auch einige Prozente einfarbig blühende Individuen hervorbringen, überwiegend solche von der dunklen, die Streifen bildenden Farbe, seltener solche mit der hellen Grundfarbe[1]. Ganz das Gleiche beobachtet man bei den Bastarden zwischen Sippen mit homogener, farbloser oder hell gefärbter Blütenhülle einerseits und Sippen mit gestreifter Blütenhülle andererseits. Die Streifung dominiert, daneben sind einzelne homogen (dunkel) blühende Stöcke vorhanden[2]. Die Grenze zwischen den zweierlei Pflanzen ist keine scharfe; in beiden Richtungen kommen Übergänge vor: so Stöcke mit fast ungestreiften Blüten, mit solchen, die zu $^1/_{10}$ bis $^9/_{10}$ rot sind oder ganz rot, Stöcke mit einzelnen rot blühenden Ästen und solche mit fast ausschliesslich roten Blüten.

Die in der II. Generation neu auftretenden Stöcke mit dunklen homogenen Blüten, die *gilva*- und *rubra*-Klasse, sind also eine Konsequenz der neu auftretenden Stöcke mit gestreiften Blüten. Wir können deshalb die betreffenden Klassen auflösen und ihre Angehörigen auf die gestreift blühenden Klassen (sowohl jene mit farblosem, als jene mit hell gefärbtem Grunde) verteilen. Von den 38 homogen roten gehören vermutlich (nach dem Verhältnis 125 : 208) 14 zu der weiss und rot gestreiften Klasse und 24 zu der rosa und rot gestreiften; von den 6 homogen gelben fallen (nach dem Verhältnis 30 : 57) 2 auf die weiss und gelb gestreifte Klasse und 4 auf die gelblich und gelb gestreifte. — Aus den homogen farblos (*alba*) und den hell blühenden Klassen (*gilva* und *rosea*) wären auch einzelne Stöcke den gestreiften zuzurechnen; ihre Zahl ist aber so gering, dass sie vernachlässigt werden dürfen.

Wir erhalten dann eine neue Tabelle (siehe Tabelle III, S. 75) mit 10 (resp. 8) Klassen. 9 davon sind äusserlich unterscheidbar.

Nun treten wir an das heran, was die II. Generation des Bastardes uns für die zwei einstweilen allein ins Auge gefassten Probleme lehrt, für die Frage nach der Herkunft und der Vererbung des Rot, und für die Frage nach der Herkunft und Vererbung der Streifung.

---

[1] Es besteht hierin eine gewisse, nicht zu weit gehende Ähnlichkeit mit dem von DE VRIES studierten *Antirrhinum majus luteum rubrostriatum* (Mutationstheorie, Bd. I, S. 494 u. f.). Ich behalte mir vor, darauf an anderer Stelle zurückzukommen.

[2] Ein Beispiel dafür liefert das homogen rot blühende Exemplar der I. Generation des Bastardes *M. J. alba* + *gilva*, S. 70.

Tabelle III.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva.*
Korrektur zu Tabelle II.

Stufe	A. **Gelbe** Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. **Rote** Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen	
							Zahl	pCt.
1	*alba*	9	**1,19**	*alba*	41	**5,41**	50	**6,60**
2	*alba flavostriata* und *flava* . . .	32	**4,22**	*alba rubrostriata* und *rubra* . .	139	**18,34**	171	**22,56**
3	*gilva*, hell und dunkel	39	**5,15**	*rosea*, hell und dunkel	205	**27,04**	244	**32,29**
4	*gilva flavostriata* und *flava* . . .	61	**8,05**	*rosea rubrostriata* und *rubra* . .	232	**30,61**	293	**38,65**
		141	**18,6**		617	**81,4**	758	**100,1**

Die Erklärung gestaltet sich für die erste Frage, jene nach der Herkunft des Rot, durch unsere schon genannte Annahme sehr einfach. Wir halten uns an die Grundfarbe der Blüten und lassen die Streifung ganz beiseite. Indem wir so in der roten Reihe die weiss und rot gestreiften Exemplare zu den weissen, die rosa und rot gestreiften zu den rosa Stöcken zählen, ebenso in der gelben Reihe die weiss und gelb gestreiften zu den weissen, die gelblich und gelb gestreiften zu den gelblichen, erhalten wir die nachfolgende Tabelle.

Tabelle IV.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva.*
Nur die Grundfarbe der Blütenhüllen berücksichtigt.

A. **Gelbe** Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. **Rote** Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen	
						Zahl	pCt.
alba	41	**5,41**	*alba*	180	**23,75**	221	**29,1**
gilva	100	**13,20**	*rosea*	437	**57,65**	537	**70,9**
	141	**18,6**		617	**81,4**	758	**100,0**

Daraus können wir nun das Verhalten jedes der beiden angenommenen Merkmalspaare in der II. Generation ableiten. Zunächst ergibt sich, dass sie „mendeln“.

1. Paar: Farbstoff (F) 70.8 pCt , kein Farbstoff (kF) 29,1 pCt. der Stöcke, nämlich:

gilva . . .	13,2 pCt.	70,8 pCt.	*alba* der gelben Reihe . .	5,4 pCt.	29,1 pCt.
rosea . . .	57,6 „		*alba* der roten Reihe . . .	23,7 „	

2. Paar: Keine Modifikation (*kM*) 18,6 pCt., Modifikation in Rot (*M*) 81,4 pCt. der Stöcke, nämlich:

alba der gelben Reihe	5,4 pCt.	18,6 pCt.
gilva	13,2 „	
alba der roten Reihe	23,8 pCt.	81,4 pCt.
rosea	57,6 „	

Die Tatsache, dass beim einen Merkmalspaar mehr als 25 pCt., also zuviel rezessive, beim andern weniger als 25 pCt., also zu wenig rezessive Nachkommen vorhanden sind, beweist ferner, dass die beiden Merkmalspaare nicht verkoppelt sind, was durch weitere Beobachtungen (S. 81) bestätigt wird.

Wir haben so beim Bastard in der I. Generation viererlei Keimzellen zu erwarten: *F M*, *kF M*, *F kM*, *kF kM*. Sie geben 16 Kombinationen; die Nachkommen sind in vier Klassen zu bringen: *F M* = rosa, *kF M* = weiss, *F kM* = gelblich, *kF kM* = weiss. Sie sollten im Zahlenverhältnis 9 : 3 : 3 : 1 stehen. Da die zweite und die vierte aber äusserlich ununterscheidbar sind, finden wir nur drei Klassen: rosa, gelblich, weiss, für die das Zahlenverhältnis 9 : 3 : 4, resp. 56,25 pCt. : 18,75 pCt. : 25 pCt., gelten sollte. Das tatsächlich beobachtete Verhältnis ist 537 : 100 : 241 oder 57,6 pCt. : 13,2 pCt. : 29,2 pCt. Dass Rechnung und Beobachtung nicht noch besser stimmen, ist dadurch bedingt, dass jedes der beiden Merkmalspaare für sich vom Verhältnis 3 : 1 merklich abweicht, und diese Abweichungen sich nicht kompensieren, weil sie zwar entgegengesetzt, aber ungleich gross sind (+ 4,1 pCt., − 6,4 pCt.).

Schwieriger liegen die Verhältnisse bei der Streifung. Wir lassen jetzt die Farbe der Blüten ganz ausser Spiel und unterscheiden nur Stöcke mit gestreiften und ungestreiften Blüten, wie es in der Tabelle V geschieht.

Tabelle V.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva.*
Nur die Streifung der Blütenhüllen berücksichtigt.

A. **Gelbe** Reihe	Individuenzahl	pCt.	B. **Rote** Reihe	Individuenzahl	pCt.	A und B zusammen	
						Zahl	pCt.
alba und *gilva*	48	**6,34**	*alba* und *rosea*	246	**32,45**	294	**38,79**
alba flavostriata und *gilva flavostriata*	93	**12,27**	*alba rubrostriata* und *rosea rubrostriata*	371	**48,95**	464	**61,21**
	141	**18,6**		617	**81,4**	758	**100,0**

Auch hier liegt gewiss ein „mendelndes“ Merkmalspaar vor, trotzdem das Verhältnis der gestreift blühenden zu den ungestreift blühenden Stöcken noch nicht einmal 2 : 1 ist; das Verhalten der III. Generation lässt darüber keinen Zweifel. Die Verhältniszahlen sind für die gelbe und rote Reihe nicht gleich, 1,94 : 1 und 1,51 : 1; merkwürdig ist, dass sich die Klassen mit farblosem und jene mit hell gefärbtem Grund sehr verschieden verhalten, und zwar in beiden Reihen gleichsinnig (vergl. Tabelle III): weiss : weiss und rot gestreift verhält sich wie 1 : 3,38; weiss : weiss und gelb gestreift wie 1 : 3,65, zusammen **1 : 3,4** (22,6 pCt. : 77,4 pCt.); dagegen rosa : rosa und rot gestreift wie 1 : 1,1; gelblich : gelblich und gelb gestreift wie 1 : 1,6, zusammen **1 : 1,2** (54,6 pCt. : 45,4 pCt.). Zufällig kann das kaum sein, die Deutung ist mir aber noch unklar (vergl. S. 83).

Wir haben also einstweilen drei Merkmalspaare in unserem Bastard gefunden:

	Verhältniszahlen	
	domin.	rezess.
1. Paar: Farbstoff (*F*)—kein Farbstoff (*kF*)	81,4	18,6
2. Paar: Modifikation in Rot (*M*)—keine Modifikation (*kM*)	70,9	29,1
3. Paar: Aktiv gewordene Streifung (*St*)—keine Streifung (*kSt*)	61,2	38,8
und zwar { für farblosen Grund	77,4	22,6
und zwar { „ gefärbten „	54,6	45,4

Alba ist *kF M St*, *gilva F kM kSt*.

Das gäbe achterlei Keimzellen (*F M St*, *F M kSt*, *F M kSt* usw.) und 8 Klassen unter den Nachkommen, im Verhältnis 27 : 9 : 9 : 9 : 3 : 3 : 3 : 1, in Prozenten 42,2 : 14,1 : 14,1 : 14,1 : 4,7 : 4,7 : 4,7 : 1,6. Zwei Klassen, *kF M kSt* und *kF kM kSt*, beide weiss, sind äusserlich nicht unterscheidbar, weil die Anwesenheit oder das Fehlen der Anlage *M* sich nur bei Gegenwart der Anlage *F* verrät, so dass nur 7 äusserlich unterscheidbare Klassen zu erwarten sind, und soviel haben wir auch gefunden, wenn wir die zwei Modifikationen, in denen *gilva* und *rosea* auftreten, beiseite lassen.

In Tabelle VI sind alle Zahlen nochmals zusammengestellt; die weissen Stöcke sind auf die beiden Reihen verteilt, wie schon früher. Dass die nach dem Verhältnis 3 : 1 berechneten Zahlen nicht mehr mit den gefundenen stimmen, kommt daher, dass ein weiteres, in Wirklichkeit ebenfalls von 3 : 1 abweichendes Verhältnis für das dritte Merkmalspaar für die Rechnung hinzukam.

In Hinsicht darauf und bei der relativ geringen Gesamtzahl ist die Übereinstimmung gewiss genügend.

Das Ergebnis der Versuche, bei denen der Bastard mit seinen Eltern verbunden wurde [*alba* + (*alba* + *gilva*) und *gilva* + (*alba* + *gilva*)], entsprach dem, was nach unseren Annahmen zu erwarten war: ich gehe hierauf einstweilen nicht ein.

Tabelle VI.

II. Generation des Bastardes *M. J. alba + gilva.*
Berechnete und beobachtete Zahlenverhältnisse.

	Beobachtete Individuen	Beobachtete Individuen in Prozenten der Gesamtzahl	Prozentzahlen, die sich aus den oben (S. 77) zusammengestellten Verhältniszahlen ergeben	Ebenso, aber für die Streifung die zweierlei Verhältniszahlen zugrunde gelegt	Nach dem Verhältnis 3A: 1a berechnete Prozentzahlen
A. Gelbe Reihe.					
alba	9	**1,2**	2,1	1,2	1,6
alba flavostriata	32	**4,2**	3,4	4,2	4,7
gilva, hell und dunkel	39	**5,1**	5,1	6,3	4,7
gilva flavostriata	61	**8,1**	8,1	7,2	14,1
B. Rote Reihe.					
alba	41	**5,4**	9,2	5,4	4,7
alba rubrostriata	139	**18,3**	14,5	18,3	14,1
rosea, hell und dunkel	205	**27,0**	22,3	26,2	14,1
rosea rubrostriata	232	**30,6**	35,3	31,4	42,2

B. Die zwei abweichenden Individuen des Bastardes (S. 70).

Das Resultat der einstweilen erst in kleinem Massstabe durchgeführten Prüfung der zweiten Generation ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Tabelle VII.

Nachkommenschaft der zwei vom Typus abweichenden Individuen des Bastardes *M. J. alba + gilva.*

	Individuum mit lauter roten Blüten	Individuum mit fast weissen, rot gestreiften Blüten		Individuum mit lauter roten Blüten	Individuum mit fast weissen, rot gestreiften Blüten
alba	.	.	. . . .	1	12
A. **Gelbe** Reihe.			B. **Rote** Reihe.		
alba flavostriata . . .	—	6	*alba rubrostriata* . . .	4	14
gilva, hell und dunkel	2	—	*rosea*, hell und dunkel	2	1
gilva flavostriata . . .	—	—	*rosea rubrostriata* . . .	3	—
flava	—	2	*rubra*	—	—

Von dem einen Stock konnten nur 12, von dem andern 35 Nachkommen untersucht werden. Es verrät sich die Gegenwart aller drei oben unterschiedenen Merkmalspaare, und es liegt kein Grund vor, wenigstens für das rot blühende Individuum (dessen Auftreten nach S. 74 nicht verwunderlich ist), eine vom Typus abweichende Nachkommenschaft zu vermuten.

Die III. Generation.

Aus den achterlei Keimzellen, die von der I. Generation des Bastardes unserer Annahme nach gebildet werden (S. 77), müssen bekanntlich als II. Generation ($8 \times 8 =$) 64 Kombinationen hervorgehen ($FMS + FMS$, $FMS + FMkS$, $FMS + FkMS$ usw.), unter sich mit gleichen Chancen für das Eintreffen. 27 geben: *rosea rubrostriata*, 9: *rosea*, 9: *alba rubrostriata*, 9: *gilva flavostriata*, 3: *gilva*, 3: *alba flavostriata*, 3: *alba*, 1: *alba*. Es sind das unsere oben (S. 77) unterschiedenen 8 Klassen, von denen die beiden letzten (3 *alba*, 1 *alba*) äusserlich nicht unterscheidbar sind.

Eine sich gleiche Nachkommenschaft können alle Individuen nur bei der letzten Klasse (1 *alba*) geben. Jede der von 3 Kombinationen gebildeten Klassen muss nach dem Verhalten ihrer Nachkommen 2 neue Klassen geben, jede der aus 9 Kombinationen gebildeten 4, und die aus 27 Kombinationen gebildete Klasse gar 8, so dass wir zusammen ($1 + 2 + 2 + 2 + 4 + 4 + 4 + 8 =$) 27 neue Klassen erhalten, die wieder untereinander in bestimmten Zahlenverhältnissen stehen. Die 8 resp. 7 äusserlich verschiedenen Klassen der II. Generation werden also von 27 innerlich verschiedenen Klassen gebildet, deren Nachkommenschaft sich im voraus berechnen lässt. All das ist in der Tabelle VIII (S. 80) übersichtlich zusammengestellt. Der bequemen Bezeichnung halber sind die 27 Klassen in der letzten Kolonne fortlaufend numeriert.

Die vorletzte Kolumne gibt an, ob und wie oft eine Klasse unter den 22 Exemplaren der II. Generation, deren Nachkommen einstweilen geprüft sind, vertreten war. Von den 27 Klassen sind einstweilen nur 12 nachgewiesen; die meisten aus der durch Selbstbefruchtung erzielten Nachkommenschaft. Nur bei den drei letzten (25, 26, 27) ist das anders. Wie eine kurze Überlegung lehrt, müssen diese bei Selbstbefruchtung (und Inzucht) alle dieselben, äusserlich gleichen Nachkommen, „*alba*“, geben, also auf diesem Wege ununterscheidbar sein. Dagegen wird die Bestäubung mit dem Pollen der Sippe *gilva* ein Mittel sein, nachzuweisen, ob die Anlage für die Modifikation des Gelb in Rot in der weissblühenden Pflanze vorhanden ist, oder nicht (Klasse 27), und wenn ja, ob sie es allein (Klasse 25) oder zusammen mit ihrem Paarling (Klasse 26) ist. Von 3 *alba*-Stöcken der II. Generation, die bei Selbstbefruchtung alle

Tabelle VIII[1]).

III. Generation des Bastardes *M. J. alba* + *gilva.*

a = *alba*, *a flstr* = *alba flavostriata*, *g* = *gilva*, *g flstr* = *gilva flavostriata*, *a rustr* = *alba rubrostriata*, *ro* = *rosea*, *ro rustr* = *rosea rubrostriata*; M = Anlage zur Modifikation in Rot, k M = keine Anlage zur Modifikation in Rot.

Exemplare	II. Generation	Exemplare	III. Generation	Beobachtet	Laufende Nummer der Klasse
27	*ro rustr*	8	27 *ro rustr*, 9 *ro*, 9 *a rustr*, 9 *g flstr*, 3 *g*, 3 *a flstr*, 3 *a*, 1 *a*	2mal	1
		4	9 *ro rustr*, 3 *ro*, 3 *g flstr*, 1 *g*	—	2
		4	9 *ro rustr*, 3 *a rustr*, 3 *g flstr*, 1 *a flstr*	—	3
		4	9 *ro rustr*, 3 *ro*, 3 *a rustr*, 1 *a* . . .	4mal	4
		2	3 *ro rustr*, 1 *ro*.	—	5
		2	3 *ro rustr*, 1 *g flstr*	—	6
		2	3 *ro rustr*, 1 *a rustr*	—	7
		1	*ro rustr*	—	8
9	*ro*	4	9 *ro*, 3 *a*, 3 *g*, 1 *a*	—	9
		2	3 *ro*, 1 *gi*	3mal	10
		2	3 *ro*, 1 *a*.	1mal	11
		1	*ro*	1mal	12
9	*a rustr*	4	9 *a rustr*, 3 *a*, 3 *a flstr*, 1 *a*.	1mal	13
		2	3 *a rustr*, 1 *a flstr*	—	14
		2	3 *a rustr*, 1 *a*	2mal	15
		1	*a rustr*.	2mal	16
9	*g flstr*	4	9 *g flstr*, 3 *g*, 3 *a flstr*, 1 *a*	—	17
		2	3 *g flstr*, 1 *g*.	—	18
		2	3 *g flstr*, 1 *a flstr*	—	19
		1	*g flstr*	—	20
3	*g*	2	3 *g*, 1 *a*	—	21
		1	*g*	2mal	22
3	*a flstr*	2	3 *a flstr*, 1 *a*.	—	23
		1	*a flstr*	1mal	24
3	(k M + M und *a* M + k M) (M + M	2	*a* (3 M + 1 k M)	1mal	25
		1	*a* (M)	2mal	26
1	*a* (k M + k M)	1	*a* (k M)	—	27

---

1) Ausser den Nachkommen von Individuen der II., durch Selbstbestäubung entstandenen Generation sind auch jene von 5 durch Rückkreuzung mit *gilva* entstandenen Individuen (S. 77) aufgenommen worden.

wieder *alba*-Stöcke hervorbrachten und mit dem Pollen eines *gilva*-Stockes bestäubt wurden, gaben zwei lauter rosa rotgestreift blühende Bastarde (21 und 28 Individuen), sie gehörten also in die 26. Klasse, der dritte aber gab 17 gelblich und gelbgestreift und 11 rosa und rotgestreift blühende Bastarde, er gehörte also in die 25. Klasse. Weitere Versuche werden zweifellos auch *alba*-Stöcke kennen lehren, die mit *gilva* bestäubt lauter gelblich blühende Nachkommen geben (Klasse 27). Damit ist unter anderem die Unabhängigkeit der beiden die Blütenfarbe bestimmenden Merkmalspaare, *F—kF* und *M—kM*, nochmals bewiesen (S. 76).

Auch das Verhalten der III. Generation stimmt also zu dem, was nach unseren Annahmen zu erwarten war. Ich habe dafür gesorgt, dass die vorhandenen Lücken in den 27 Klassen möglichst ausgefüllt werden, und werde darüber wieder berichten. Dann sollen auch die Verhältniszahlen der verschiedenartigen Individuen in den einzelnen Klassen mitgeteilt werden.

Da aus unseren Annahmen gefolgert werden musste, dass eine (nicht hybride) *alba*-Sippe existieren könnte, die, mit einer gelben bestäubt, gelbe Bastarde geben würde, weil ihr, aus *gilva* oder *flava* durch Latentwerden der Anlage *F* entstanden, die Anlage zur Modifikation des Gelb in Rot fehlen würde, prüfte ich 1903 6 *alba*-Stöcke verschiedener, nicht nachweislich hybrider Provenienz, indem ich 5 mit dem Pollen eines *gilva*-Stockes bestäubte und mit dem Pollen des sechsten einen anderen *gilva*-Stock. Ich erhielt 1904 10, 20, 29, 11, 26, 30, zusammen 126 Bastarde, die alle, wie die 1900 hergestellten, rosa rotgestreift blühten; nur einer hatte fast lauter rote Blüten. Die *alba* enthielten also alle die Anlage zur Modifikation in Rot. Dass einer dieser Stöcke, mit dem Pollen eines weiss- und gelbgestreiften Exemplares (aus Klasse 24) der II. Generation unseres Bastardes bestäubt, (24) Bastarde mit weissen, rotgestreiften Blüten hervorbrachte, ist danach ganz verständlich, ebenso, dass einer der *alba*-Stöcke, mit dem Pollen einer neuen Sippe mit gelblichen, rosa gestreiften Blüten (*gilva roseostriata*) rosa, rot gestreift blühende Nachkommen gab.

Dagegen lieferte ein Exemplar der Sippe *M. J. nana aurea alba* mit Pollen der Sippe *gilva* bestäubt, 24 sehr merkwürdige Bastarde: die Mehrzahl der Blüten war auf gelblichem Grund heller und dunkler gelb und rot gestreift; daneben traten (am selben Stock) noch besonders oft rosa rotgestreifte und gelbliche rotgestreifte Blüten auf, seltener rosa rot und gelb gestreifte, gelbliche rosa gestreifte, gelbliche rosa und gelb gestreifte, gelbliche gelb gestreifte und ganz rote Blüten. Wenn wir annehmen, dass hier die Anlage zur Modifikation des Gelb in Rot nur in Streifen auftritt, nicht gleichmässig über die ganze Blütenhülle verteilt, bietet dieser Fall nur eine Modifikation des bisher studierten und zugleich den Beweis für die Existenz einer *alba* von nicht nachweisbar hybridem Ursprung, die mit gelben Sippen keine roten Bastarde gibt.

Wir können zusammenfassend sagen:

1. Das Auftreten rotgefärbter Blütenhüllen bei den Bastarden zwischen gelben und weissen Sippen und das Verhalten der II. und III. Generation lässt sich vollkommen befriedigend erklären durch die schon früher gemachte Ausnahme zweier **aktiver**, unabhängiger, „mendelnder“ Anlagenpaare, in denen stets die „positive“ Anlage dominiert:

$$\text{Sippe } \textit{alba} \left\{ \begin{array}{l} \overbrace{\text{keine Farbstoffbildung — Farbstoffbildung}}^{\text{1. Paar.}} \\ \underbrace{\text{Modifikation in Rot — keine Modifikation}}_{\text{2. Paar.}} \end{array} \right\} \text{Sippe } \textit{gilva}$$

Diese Annahme ist der einer latenten Anlage für Rosa, die erst bei der Bastardbefruchtung aktiv werden würde, weit vorzuziehen. Diese supponierte latente Anlage könnte nur in der Sippe *alba*1) stecken und zöge eine Kette weiterer, unbeweisbarer Annahmen nach sich. So forderte sie eine latente Anlage für *alba* in der Sippe *gilva*, mit der sie ein mendelndes Paar bilden könnte, dann die Dominanz von *alba* über *gilva* neben jener der *rosea* über *alba*, wenn das Verhalten der II. Generation überhaupt eine Erklärung finden sollte. Warum sie aktiv würde, wäre nicht einzusehen. Unverständlich bliebe das Verschwinden des Gelb selbst im reinen Hellrosa, während sich doch beide Merkmale, verschiedenen Paaren angehörig, gut nebeneinander zeigen könnten; und das Auftreten der Streifung in beiden Reihen der II. Generation, der gelben und der roten, würde weitere aktiv werdende latente Anlagen voraussetzen.

Unsere Annahme ist auch aus anderem Grunde die natürlichste. Die roten Sippen müssen einmal aus den gelben — oder umgekehrt die gelben aus den roten — als Neubildung hervorgegangen sein, indem eine neue Anlage zu den vorhandenen hinzukam, oder eine vorhandene verändert wurde. Das einfachste ist, das erstere anzunehmen, und zwar das Hinzukommen einer Anlage für die Modifikation des Gelb in Rot, was aus verschiedenen Gründen wahrscheinlicher ist, als die Umwandlung des Rot in Gelb. Mit dieser Anlage operieren wir, und nichts hindert uns, anzunehmen, dass die uns vorliegenden gelb blühenden Sippen aus den roten retrogressiv, durch Latentwerden dieser Anlage, hervorgegangen sind.

---

1) Weil *alba* + *gilva* rosa, *alba* + *flava* rot, *gilva* + *flava* aber *flava* geben.

Dass es gelb und rot gestreifte und weisse, rot und gelb gestreifte Sippen gibt, ist kein Argument gegen unsere Annahme; die Anlage, die die Modifikation des Gelb in Rot bedingt, kann ebenso gut in Streifen statt gleichmässig verteilt auftreten, wie es jene zur Ausbildung von Farbstoff ja sicher tut.

Diese Erklärungsweise wird sich gewiss auch auf andere, ähnliche Fälle anwenden lassen[1]), auch in jenen Verwandtschaftskreisen z. B., wo blaue, rote und weisse Blüten vorkommen; nur ist nicht zu vergessen, dass das eine „*alba*"-Exemplar die modifizierende Anlage enthalten kann, das andere nicht, obwohl sie völlig gleich aussehen und konstant sind, und dass alle gerade vorliegenden Exemplare einer *alba*-Sippe sich so oder so verhalten können. Wie solche verschiedene *alba* entstehen können, haben wir ja gesehen (S. 79 u. f.).

2. Viel weniger befriedigend steht es mit der Erklärung der neuauftretenden Streifung.

Wir sahen schon, dass die Anlage dazu nur in der Sippe *alba* stecken kann, wenigstens hier allein in aktivierbarem Zustand (S. 71); sie bedingt, entfaltet, das Auftreten des Farbstoffes in voller Intensität in Streifen. Sie ist nicht völlig latent, sondern verrät sich gelegentlich durch das Auftreten einzelner Punkte. Dass diese rot sind, und dass der Bastard rote Streifen zeigt, ist durch die ebenfalls in der Sippe *alba* steckende Anlage zur Modifikation des Farbstoffes in Rot bedingt. Fällt diese Anlage weg — wie bei der gelben Reihe in der II. Generation des Bastardes —, so treten gelbe Streifen auf. Die Anlage ist völlig unabhängig, so dass die Streifen auf farblosem (weissem) und gefärbtem Grunde auftreten können und von intensiver Färbung des Grundes nur verdeckt werden (*M. J. alba* + *rubra*). — Diese (fast) latente Anlage der Sippe *alba* wird nun durch das Hinzutreten des Keimplasmas der Sippe *gilva* — oder einer anderen Sippe, z. B. *rosea*, *pallescens*, *rubra* — zur vollen Entfaltung gebracht[2]).

Soweit liegen die Verhältnisse einfach und übersichtlich. Wie erklärt sich das weitere Verhalten? Es scheint zunächst möglich, es in ähnlicher Weise wie das Auftreten des Rot zu deuten.

Wir könnten annehmen, es sei in der Sippe *gilva* eine Anlage *x* vorhanden, die die Entfaltung der Streifungsanlage veranlasse und in der Sippe *alba* einen latenten Paarling, $\mathit{xlat.}$, habe; ebenso habe die fast latente Anlage zur Streifung in der Sippe *alba*, S, einen völlig latenten Paarling, Slat, in der Sippe *gilva*, den die dort vorhandene Anlage x nicht zur Entfaltung bringen könne. Dann hätten wir auch hier zwei Anlagenpaare:

---

[1]) Vielleicht auf die rotblühenden Bastarde zwischen gelblichen und weissen Levkoyensippen. Dies Verhalten der I. Generation hat E. TSCHERMAK einige Wochen vor dem Erscheinen meiner ersten Mitteilung über *Mirabilis*-Bastarde angegeben (Der gegenwärtige Stand der MENDEL'schen Lehre usw., S. 18 des S. A., 1902).

[2]) Nicht jedes Keimplasma ist dazu imstande. Der Bastard *M. J. alba* + *M. longiflora typ.* blüht homogen fast rein weiss (l. c. S. 603), während die Bastarde zwischen gestreift blühenden *Jalapa*-Sippen und *M. longiflora typ.* gestreift blühen.

$$\begin{array}{c} \text{Sippe} \\ \mathit{alba} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \overbrace{\text{Streifung fast latent } S \text{ — Streifung völlig latent } \mathit{Slat.}}^{\text{1. Paar.}} \\ \underbrace{\text{Anlage } x \text{ latent } \quad \mathit{xlat.} \text{ — Anlage } x \text{ aktiv } \quad x}_{\text{2. Paar.}} \end{array} \right\} \begin{array}{c} \text{Sippe} \\ \mathit{gilva} \end{array}$$

Die dominierende Anlage jedes Paares ist gesperrt gedruckt.

In der I. Generation des Bastardes würde dann die fast latente Anlage zur Streifung durch die Anlage x aktiv gemacht. Bei der Keimzellbildung entstünden viererlei Keimzellen ($S\,\mathit{xlat.}$, $S\,x$, $\mathit{Slat.}\ \mathit{xlat.}$, $\mathit{Slat.}\ x$), und als II. Generation 16 Kombinationen ($S\,\mathit{xlat.} + S\,\mathit{xlat.}$, $S\,\mathit{xlat.} + S\,x$ etc.), die aber nur **2** äusserlich unterscheidbare Klassen bilden würden: gestreiftblühende und ungestreiftblühende Individuen, im Verhältnis 9 : 7 (56,25 pCt. : 43,75 pCt.), fast 1 : 1[1]. Dazu würde auch das tatsächlich beobachtete Verhältnis zwischen gestreiften und ungestreiften Individuen der II. Generation (S. 77) zum Teil besser stimmen, als zu 3 : 1.

Die ungestreiften Exemplare würden aus 5 innerlich wesentlich verschiedenen Kombinationen hervorgehen, müssten aber bei Selbstbefruchtung doch alle die gleiche, ungestreifte Nachkommenschaft geben. Dagegen müsste sich ein Unterschied zeigen, wenn man die Rückbastardierung zu den Eltern, zu *alba* und *gilva*, ausführt. Bei beiden würde man finden: auf 4 Exemplare (der II. Generation), die lauter ungestreifte Nachkommen gäben, 1 Exemplar, das lauter gestreifte gäbe, und 2 Exemplare, die gleichviel gestreifte und ungestreifte gäben, wenn sie schon aus verschiedenen Kombinationen stammten.

Zur Kontrolle stehen mir einstweilen nur 3 derartige Verbindungen zur Verfügung, die durch Bestäubung weisser Exemplare der II. Generation mit Pollen der Sippe *gilva* hervorgebracht wurden (S. 81, oben); alle drei gaben gestreifte Nachkommen. Danach ist die oben gegebene Deutung, wenn auch noch nicht unmöglich, so doch wenig wahrscheinlich. Es scheint vielmehr der Zustand der Anlage für die Streifung nach der Bastardbefruchtung in **beiden** Sippen geändert zu sein, so dass das ganze Anlagenpaar, nicht bloss ein Paarling, sich anders verhält: bei der Sippe *gilva* wäre der Zustand der Anlage aus dem vollkommen latenten in den fast vollkommen latenten (den bei der Sippe *alba* vor der Bastardbefruchtung) übergegangen, bei der Sippe *alba* aus dem fast vollkommen latenten in den völlig aktiven.

---

[1] Es ist das die Folge davon, dass unserer Annahme nach x nur das S der *alba* und nicht auch das $\mathit{Slat.}$ der *gilva* aktiv machen kann.

	Zustand		
	vollkommen latent	fast vollkommen latent	aktiv
Vor der Bastardierung	Anlage der *gilva*	Anlage der *alba*	—
Nach der Bastardierung	—	Anlage der *gilva*	Anlage der *alba*

Weitere Versuche müssen hier Klärung schaffen.

Leipzig, Botanisches Institut.

10. H. Hallier: Ein zweiter Entwurf des natürlichen (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 18. Februar 1905.

Bevor ich im April 1903 meine 16-monatliche Reise nach den Philippinen, Karolinen und Japan antrat, veröffentlichte ich nach einer Reihe von Spezialarbeiten im „Bulletin de l'herbier BOISSIER“ (April 1903) einen vorläufigen Entwurf meines neuen Systems der Phanerogamen. Wie zu erwarten war, gab mir diese zweite Tropenreise wieder reichlich Gelegenheit, mein System zu verbessern und weiter auszubauen, und ich bin daher heute in der Lage, hier eine neue Übersicht über die ersten sieben Ordnungen der Dikotylen zu geben, die voraussichtlich in Zukunft keine erheblichen Änderungen mehr erleiden wird. Die ausführliche Begründung der in derselben zum Ausdruck gebrachten Ableitungen muss einer besonderen Abhandlung vorbehalten bleiben.

Wer geneigt sein sollte, in Europa, Nordamerika, Japan oder Buitenzorg mein System durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über die Beziehungen der Magnoliaceen zu den Cycadaceen oder über die Verbreitung der Chalazogamie bei den Amentifloren nachzuprüfen, den mache ich noch besonders aufmerksam auf die erhebliche Erweiterung, welche die Amentifloren und die von ihnen abzuleitenden Santalalen in der folgenden Übersicht erfahren haben.

In FRITSCH's Aufsatz über „Die Stellung der Monokotylen im Pflanzensystem" (ENGLER's Jahrb. 34, 1905, Beiblatt Nr. 79, S. 39) findet sich die Bemerkung: „Behaupten zu wollen, dass die ganzen Angiospermen monophyletisch von einem ranalen-ähnlichen Urtypus abstammen, wie es HALLIER tut, das geht weit über jene Grenze hinaus, bis zu welcher wir mit unseren heutigen Kenntnissen überhaupt Schlüsse über die Phylogenie der höheren Pflanzen ziehen können." Da FRITSCH nur meine Arbeit von 1901 zitiert, so scheint es ihm entgangen zu sein, dass ich inzwischen, zumal in meiner Arbeit über Morphogenie (1902/03), einige weitere Beweise für die monophyletische Entwicklung der Angiospermen gebracht habe. Zunächst sei daran erinnert, dass ich in dieser Arbeit die Bennettitaceen als ein äusserst wichtiges Zwischenglied zwischen den Magnoliaceen und den Cycadaceen skizziert habe. Mögen sie sich in der Ausbildung des Fruchtblattes immerhin schon als eine Seitenlinie entwickelt haben, so nehmen sie doch in der Tracht, der Verzweigung, der Form des Blattes, der Beschaffenheit der Blütenhülle und in ihrer birnförmigen Blütenachse noch eine deutliche Zwischenstellung ein zwischen den Cycadaceen und den Magnoliaceen. Nach ihrem baumartigen Wuchs, ihrem acyklischen Blütenbau, ihrer langen Blütenachse, ihren meist grossen, einzeln endständigen Blüten, ihren noch wenig gegliederten, bandförmigen, sich direkt an diejenigen der Gymnospermen anschliessenden Staubblättern, der Form der Pollenkörner, den grossen glatten Samen mit reichlichem Nährgewebe und kleinem Embryo, ihren noch leiterförmigen oder gar völlig fehlenden Gefässdurchbrechungen usw. sind aber die Magnoliaceen zweifellos die älteste der lebenden Angiospermenfamilien, und von ihnen aus lässt sich durch die Schizandreen, Lardizabaleen, Berberidaceen, Ranunculaceen und Nymphaeaceen hindurch bis zu den Monokotylen eine lückenlose allmähliche Reduktion der alten baumartigen Formen zu Lianen, Sträuchern, Stauden, Landkräutern und Wasserpflanzen verfolgen. Denn nach ihren Milchsaftgängen und der Verteilung der Samenknospen über die ganze Innenwand der Fruchtblätter muss man offenbar die Butomaceen und Alismaceen von nymphaeaceenartigen Gewächsen ableiten, nicht von Ranunculaceen. Rundliche Schwimmblätter, wie bei *Elisma natans*, *Hydrocleïs* und *Hydrocharis*, sowie pfeilförmige Blätter, wie bei *Sagittaria* und *Alisma*, sind bekanntlich schon bei den Nymphaeaceen sehr verbreitet, die pfeilförmigen zumal an Keimpflanzen. Schon bei Berberidaceen, Menispermaceen und *Clematis*-Arten trennen sich die einzelnen Gefässbündel der Achse durch Verbreiterung der Markstrahlen, und bei den krautigen Ranunculaceen, sowie den Nymphaeaceen (auch Piperaceen und Chloranthaceen) kommt es bereits durch noch weitergehende Verbreiterung der Markstrahlen, durch frühzeitige Einstellung der Tätigkeit des Cambiums, sowie durch Auftreten weiterer Kreise von Gefässbündeln zur Ausbildung des Monokotylentypus. Die fiederige Nervatur des Magnoliaceenblattes geht schon bei den meisten Berberidaceen in die ternate und palmate Nervatur über, und unter den Ranunculaceen finden sich bereits Formen mit echter Monokotylennervatur, wie z. B *Ranunculus parnassifolius*. Auch Erscheinungen, welche auf monokotyle Ausbildung der Keimblätter hinsteuern, mag diese nun durch Verwachsung beider oder durch Verkümmerung eines der beiden Dikotylenkeimblätter zustande kommen, finden sich bereits vereinzelt bei den Berberidaceen, Ranunculaceen, Fumariaceen und Nymphaeaceen. Schliesslich ist auch der trimere Bau des Perianths der Monokotylen bereits in allen ihnen vorausgehenden Dikotylenfamilien vorhanden (vergl. z. B. *Pulsatilla*, *Anemonopsis*, *Isopyrum*- und *Coptis*-Arten, sowie die Cabombeen), und daneben findet sich bei Magnoliaceen, Ranunculaceen (*Trollius*) und Nymphaeaceen (*Nelumbium*) auch noch die spiralige Anordnung der Perianthblätter, aus welcher die ternate erst durch Verarmung hervorgegangen ist. Erst aus der letzteren wiederum hat sich ohne Zweifel durch weitere Verarmung der 5 (= 3 + 2)-zählige Bau des Perianths der Dikotylen und der 4 (= 2 + 2)-zählige einzelner Di- und Monokotylen entwickelt.

Somit dürfen also die Monokotylen nicht als eine neben den Dikotylen selbständig entstandene Parallelreihe angesehen werden, sondern zweigen sich sogar schon ziemlich hoch am Stammbaume der Dikotylen ab, indem sich zwischen sie und die Gymnospermen nicht weniger als vier Dikotylenfamilien schieben, nämlich die Magnoliaceen, Berberidaceen, Ranunculaceen und Nymphaeaceen.

Da sich nun auch sämtliche in der folgenden Übersicht noch nicht aufgezählte Ordnungen der Dikotylen von Anonaceen oder Magnoliaceen ableiten lassen, so z. B. von den Anonaceen die Malvalen und von letzteren die Geranialen, Passifloralen, Umbellifloren, Tubifloren usw. (im Sinne meines Entwurfes von 1903), so kann an dem monophyletischen Ursprung der Angiospermen kaum mehr gezweifelt werden.

I. **Polycarpicae** (mit runden Ölzellen).

Ia. Magnoliineae (meist hypogyn):

1. Magnoliaceae. a) Drimytomagnolieae (hypothetische, die ursprünglicheren Eigenschaften von b, c und d verbindende Gruppe, abstammend von Bennettitaceen oder nahe diesen von Cycadaceen). — b) Illicieae (exkl. *Trochodendrum* und *Tetracentrum*; abstammend von a). — c) Schizandreae (ab-

stammend von a oder b). — d) Magnolieae (abstammend von a).

2. Canellaceae (abstammend von 1 b).
3. Lactoridaceae (abstammend von 1 b).
4. Anonaceae (inkl. *Hornschuchia*; abstammend von und z. B. durch *Anona squamosa* verbunden mit 1 c).
5. Myristicaceae (Abkömmlinge oder nur eine Sippe von 4).

Ib. Laurineae (perigyn):

6. Calycanthaceae (abstammend von 1 c).
7. Monimiaceae (inkl. *Gomortega*; neben 4 und 6 abstammend von 1 c).
8. Lauraceae (inkl. Hernandiaceae; verwandt mit 6 und 7).

II. **Ranales** (ohne Ölzellen).

9. Berberidaceae (inkl. Lardizabaleae, Podophylleae, *Glaucidium* und *Hydrastis*; neben 4, 7 und 8 abstammend von 1 c).
10. Menispermaceae (abstammend von Lardizabaleen oder neben ihnen von 1 c).
11. Ranunculaceae (abstammend von ausgestorbenen Podophylleen).
12. Papaveraceae (inkl. Fumariaceae; durch *Romneya* mit *Paeonia* verbunden und abstammend von Paeonieen oder Podophylleen).
13. Nymphaeaceae (entstanden in der Nähe von *Anemonopsis*, *Trollius*, *Caltha*, *Ficaria*, *Ranunculus*, *Batrachium* und ausgestorbenen Helleboreen mit acyklischem Perianth).
14. Ceratophyllaceae (abstammend von 13).
15. Podostemaceae (verwandt mit 13 und 14?).

III. **Aristolochiales** (mit oder ohne Ölzellen).

16. Aristolochiaceae (nahe *Monodora*, *Isolona*, *Hexalobus*, den Sterculiaceen usw. abstammend von Anonaceen mit haubenförmiger Krone).
17. Rafflesiaceae (nahe *Asarum* sect. *Heterotropa* abstammend von ausgestorbenen Aristolochiaceen).
18. Hydnoraceae (nahe 17 abstammend von 16).
19. Balanophoraceae (verwandt mit 17 und 18).

IV. **Sarraceniales** (ohne Ölzellen).

20. Sarraceniaceae (nahe *Nuphar*, *Anemonopsis*, *Helleborus*, *Nigella* usw. aus Helleboreen entstanden). a) Sarracenieae. b) Cephaloteae. c) Nepentheae.
21. Droseraceae (exkl. Roriduleae; verwandt mit 20, a—c und Helleboreen).

V. **Piperales** (mit runden Ölzellen, meist ohne Perianth, meist mit Nebenblättern[1]).

22. Piperaceae (inkl. Saurureae; neben 3, *Trochodendrum*, *Tetracentrum*, *Daphniphyllum* usw. abstammend von 1b).
23. Chloranthaceae (verwandt mit 22).
24. Myrothamnaceae (verwandt mit 3, 22 und 23).

VI. **Amentiflorae.**

25. Hamamelidaceae (inkl. *Tetracentrum*, *Trochodendrum*, *Daphniphyllum* und *Balanops*; *Cercidiphyllum*, *Euptelea* und *Eucommia*; *Platanus*; *Leitneria*; Buxeae und Stylocereae. — Durch *Tetracentrum*, *Trochodendrum*, *Daphniphyllum* usw. verbunden mit und abstammend von 1b).
26. Myricaceae (nahe *Leitneria* und 36 abstammend von 25).
27. Salicineae (nahe *Leitneria*, 26, *Daphniphyllum* und Tetrameleen abstammend von 25).
28. Stachyuraceae (verwandt mit *Corylopsis*?, 29?, 27?! und Tetrameleen?).
29. Acerineae (inkl. *Coriaria*? und *Stylobasium*? Nahe 31, 32 und *Corylopsis* abstammend von 25).
30. Juglandaceae (verwandt mit *Daphniphyllum*, Coryleen und 32). a) Julianieae. b) Juglandeae.
31. Betulaceae (nur noch ein Integument; nahe *Corylopsis*, *Hamamelis*, *Parrotia* usw. abstammend von Hamamelidoideen).
32. Fagaceae (verwandt mit 29, 30 und Coryleen).
33. Datiscaceae (die Tetrameleen nahe *Tetracentrum*, *Daphniphyllum*, *Stachyurus* und Salicineen abstammend von Bucklandieen).
34. Halorrhagidaceae (inkl. *Hippuris*! und *Callitriche*; abstammend von 33).
35. Urticaceae (inkl. Ulmaceae, Moraceae und Cannabineae; verwandt mit 31—34).

VII. **Santalales** (inkl. Proteales und Thymelaeineae).

36. Proteaceae (noch zwei Integumente; nahe 26 abstammend von 25).
37. Bruniaceae (nahe 36 abstammend von 25).

---

[1] Bei *Lacistema* sind die Keimblätter flach, herzförmig und dreinervig, wie bei Malvalen und Verwandten, die Theken durch das breite Konnektiv getrennt, wie bei Tiliaceen, den Euphorbiaceen *Mareya*, *Chondrostylis* und *Sphyranthera*, der Flacourtiacee *Poliothyrsis* usw. Nach seinen Parietalplazenten gehört *Lacistema* zu den neben Tiliaceen und Euphorbiaceen von Sterculiaceen abstammenden Flacourtiaceen, vielleicht in die Nähe von *Erythrospermum*.

38. Casuarinaceae (noch zwei Integumente; verwandt mit Betuleen, 36, 37 und 41).
?39. Empetraceae (nur ein Integument).
?40. Batidaceae (verwandt mit 39?).
41. Thymelaeaceae (noch zwei Integumente; verwandt mit 37, 36 und 25).
42. Elaeagnaceae (verwandt mit 41).
43. Geissolomaceae.
44. Penaeaceae.
45. Oliniaceae.
46. Loranthaceae (verwandt mit 36, 47—51).
47. Gnetaceae (verwandt mit 46, 48 und 49).
48. Myzodendraceae.
49. Santalaceae.
50. Grubbiaceae.
51. Olacaceae (inkl. Opilieae).

Nachtrag.

In der Tracht, dem anatomischen Bau der Achse, dem Androeceum und der Form des einzelnen Staubblattes stimmen die Aristolochiaceen mehr mit den Lardizabaleen als mit Anonaceen überein, in der Beschaffenheit und Aderung der Fruchtwand auch mit Helleboreen; trotz ihrer Ölzellen und Kieselablagerungen leitet man sie daher besser von den Lardizabaleen ab, als von Anonaceen. Dadurch werden einander die im Androeceum stark übereinstimmenden Gattungen *Akebia*, *Aristolochia*, *Cytinus*, *Prosopanche*, *Langsdorffia*, *Balanophora* und *Nepenthes*, sowie *Decaisnea*, *Asarum* und *Scytanthus* genähert.

Durch ihre Diskusbildungen, die fiederige Aderung der Kronblätter, die Form der Staubblätter, das Vorkommen von Perigynie, Androphoren und Gynandrophoren, den grossen Embryo, den Besitz von Myrosinzellen (gleich *Tropaeolum* und *Limnanthes*) und Sternhaaren, das Fehlen von Milchsaftschläuchen und im anatomischen Bau überhaupt unterscheiden sich die Capparidaceen, Cruciferen und Resedaceen ganz erheblich von den Papaveraceen; ich glaubte sie daher in der Nähe der Turneraceen von Passifloraceen ableiten zu können, die ihrerseits wiederum gleich den ganzen Passifloralen, Campanulaten und Tubifloren auf sterculiaceenartige Gewächse zurückzuführen sind. So sehr aber auch die Turneracee *Piriqueta racemosa* äusserlich, in Tracht, Blüte und Frucht, an *Camelina* erinnern mag, kann hier doch nicht an eine nahe Verwandtschaft gedacht werden; denn ein ähnliches Abspringen der Fruchtklappen von den rahmenartig stehen bleibenden Kommissuralnerven der Fruchtblätter, wie es bei Capparidaceen und Cruciferen so verbreitet ist, kommt meines Wissens bei den Passifloralen nicht vor, wohl aber bei vielen Papaveraceen, z. B. *Papaver*, *Argemone*, *Chelidonium*, *Corydalis*. Im Kelch und in der Beschaffenheit des Blattes hat *Capparis* zumal durch die dornigen Nebenblattbildungen eine gewisse Ähnlichkeit mit *Berberis*, während die lang gestielte, gerippte Frucht der grösseren Arten einigermassen an *Aristolochia* erinnert Wahrscheinlich sind die Capparidaceen neben den Paeonieen und Papaveraceen aus Berberidaceen entstanden und ihrerseits wiederum die Stammeltern der Cruciferen geworden. Nach Ausscheidung der Caesalpiniee *Moringa* kann daher die Ordnung der Rhoeadalen aufrecht erhalten werden.

Für die Ableitung der Monokotylen von Nymphaeaceen oder überhaupt Ranalen ist ausser den eingangs angegebenen Gründen auch noch von Bedeutung das Vorkommen von Ochreabildungen und Blatthäutchen bei *Caltha*, *Batrachium*, Nymphaeoideen, *Lactoris*, *Gunnera*, Polygonaceen, Plumbaginaceen, Paronychieen und vielen Monokotylen, z. B. Gramineen und Palmen, sowie ferner der Umstand, dass sich das Vorkommen von kugeligen oder ellipsoidischen Sporen, bezüglich Mikrosporen (Pollenkörnern) mit einer einzigen Keimstelle von den Moosen und Gefässkryptogamen an durch die Gymnospermen, Polycarpicae und Ranalen hindurch bis hinauf zu den Monokotylen verfolgen lässt; solche Pollenkörner finden sich nach MOHL[1]) bei *Ginkgo*, *Larix*, *Liriodendrum*, *Drimys*, *Anona*, *Myristica*, *Nymphaea*, *Nuphar*, *Piper* und den meisten Monokotylen.

II. Maurice Lilienfeld: Über den Chemotropismus der Wurzel.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 22. Februar 1905.

Es ist bekannt, dass chemische Reize für die Richtungsbewegungen der Pflanzen von sehr hervorragender Bedeutung sind.

So verdanken wir den Untersuchungen von PFEFFER[2]) die Kenntnis der Tatsache, dass gewisse, mit der Fähigkeit der Ortsbewegung ausgestattete Organismen, wie z. B. die Samenfäden von

---

[1]) H. MOHL, Über den Bau und die Formen der Pollenkörner. Bern 1834. S. 77—89.

[2]) „Lokomotorische Richtungsbewegungen usw.“ und „Über chemotaktische Bewegungen usw.“, Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, Bd. I, Heft 3, S. 363 ff. und Bd. II, Heft 3, S. 385 ff.

Farnkräutern, von *Selaginella*, ferner Bakterien, gewisse farblose Flagellaten und einige Volvocineen, durch verschiedene Stoffe in spezifischer Weise angelockt werden.

Den Untersuchungen von MOLISCH[1]) und MIYOSHI[2]) verdanken wir die Feststellung der Tatsache, dass einseitig diffundierende chemische Stoffe einen richtenden Reiz auf die fortwachsenden Wurzeln, Pollenschläuche und Pilzhyphen ausüben.

Die erwähnten Untersuchungen von MOLISCH erstreckten sich auf verschiedene Gase und führten zu dem Resultate, dass dieselben je nach ihrer chemischen Qualität und ihrer Quantität chemotropische Krümmungen der Wurzeln z. B. von *Zea Mays* hervorrufen.

Die Wurzel wird nun in der Natur unter normalen Bedingungen keine Gelegenheit finden, auf Gase wie z. B. Chlor, Chlorwasserstoff, Leuchtgas usw. zu reagieren, da sie dieselben nicht antrifft. Dagegen bieten Untersuchungen über das Verhalten der Wurzel gegenüber Nährsalzen oder solchen Stoffen, die entweder spärlich in der Ackererde enthalten sind oder derselben künstlich zugeführt werden, das grösste Interesse, hält man sich den Nutzen vor Augen, welchen die Wurzel aus dieser Befähigung, sich nützlichen Stoffen zuzuwenden und von schädlichen abzuwenden, ziehen könnte. Würden chemische Stoffe sowohl durch ihre Qualität als auch durch ihre Quantität einen richtenden Reiz auf die fortwachsende Wurzel ausüben, so wäre hiermit ein wichtiges Anpassungsvermögen der Pflanzen an ihre Ernährungsbedingungen festgestellt.

Die Beobachtung in freier Natur ist infolge der Undurchsichtigkeit des Erdbodens sehr erschwert. Auch ist es schwierig, in Versuchen Verhältnisse herzustellen, welche denen in freier Natur vollkommen entsprechen.

So entschlossen sich jüngst NEWCOMBE und RHODES[3]) von einem natürlichen oder einem dem natürlichen gleichkommenden Medium abzusehen und als Wachstumsboden Gelatine anzuwenden. Die genannten Autoren hatten nur bei einem einzigen Stoff, nämlich dem phosphorsauren Natron und nur bei der Wurzel von *Lupinus albus* Resultate erhalten, aus denen sie auf die chemotropische Reizbarkeit der Lupinenwurzel schliessen. Ihre Versuchsanordnung und die Beschränkung der von ihnen festgestellten Reizbarkeit auf eine Pflanzenart geben aber zu grossen Bedenken Veranlassung, und ist es deshalb durchaus

---

1) „Über die Ablenkung der Wurzel usw.“ und „Zur Physiologie des Pollens usw.“, Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wiss. Wien, Bd. 90, S. 111 ff., Bd. 102, S. 423 ff. und l. c. 17. Januar 1889.

2) „Über Chemotropismus der Pilze“, Bot. Zeitg. 1894, S. 1—27 und „Über Reizbewegungen der Pollenschläuche“, Flora 1894, S. 76—94.

3) Chemotropism of roots, The Botanical Gazette Vol. XXXVII (1904), S. 23—35.

gerechtfertigt, dass sich die genannten Forscher vorsichtig ausdrücken und zugeben, dass sie auf Grund der Versuchsresultate mit Sicherheit nicht behaupten können, ob die Krümmung eine chemotropische oder eine traumatotropische[1]) gewesen ist.

Auf Anregung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. KNY, dem ich hierfür grossen Dank schulde, unternahm ich es im letzten Halbjahr, eine Reihe von Versuchen über Chemotropismus der Wurzeln anzustellen. Ich möchte nicht unerwähnt lassen, dass bereits in den Jahren 1901 und 1902 am hiesigen Institut der verstorbene Herr Rektor KIEKEBUSCH über den Chemotropismus der Wurzel gearbeitet hat. Leider waren die von ihm hinterlassenen Aufzeichnungen zu spärlich, um eine Veröffentlichung zu ermöglichen.

Die ersten Versuche stellte ich genau nach der von NEWCOMBE und RHODES angegebenen Methode an:

Zwischen zwei dicht aneinander geschobene, parallelepipedische Gelatineblöcke, bereitet aus 6prozentiger, möglichst reiner Gelatine mit destilliertem Wasser, von denen aber der eine 0,28 pCt. Natriumphosphat (Na_2HPO_4) enthielt, wurden in einer Reihe sechs in feuchtem Sägemehl vertikal erwachsene Lupinuskeimlinge derart gebracht, dass die Wurzeln von beiden Seiten von den Blöcken berührt waren, die Cotyledonen aber frei hervorragten. Dieser Versuch, bei dem nach Angabe der beiden Autoren unter Krümmung ein Einwachsen der Wurzeln in den mit dem Phosphat bereiteten Gelatineblock stattgefunden hat, verlief negativ; jedoch trat bei einer Erhöhung der Konzentration auf 1 pCt. Natriumphosphat eine ausgesprochene Krümmung ein.

In den Bereich meiner Untersuchungen nach der obigen Methode zog ich eine grosse Reihe verschiedener chemischer Stoffe, es zeigte sich aber, dass auf diesem Wege zu einwandsfreien Resultaten nicht zu gelangen war. Einerseits verursachte der Widerstand, den die Oberfläche des Gesatineblocks der eindringenden Wurzel entgegensetzte, beträchtliche Störungen; andererseits konnte der positive Aërotropismus der zwischen den Blöcken wachsenden Wurzeln Fehlerquellen verursachen. Die Hauptfehlerquelle konnte aber darin liegen, dass von dem mit einem chemischen Stoff bereiteten Gelatineblock nach dem anderen, nur destilliertes Wasser enthaltenden und an dem ersteren dicht anliegenden Block ein Hinüberdiffundieren stattfand (— am augenfälligsten trat dies bei Anwendung von Farbstofflösungen hervor —), wodurch feinere Reizerscheinungen gänzlich verloren gehen mussten. Es wurde ferner klar, dass zwei verschiedene Wirkungen auseinander zu halten sind, nämlich wirkliche

---

1) DARWIN, Bewegungsvermögen der Pflanzen, Deutsch von CARUS, Stuttgart 1881, und SPALDING, Annals of Botany 1894, Bd. 8, S. 423 ff.

positive oder negative Reizkrümmungen und andererseits Krümmungen, die ausschliesslich der Schädigung der einen Seite der Wurzel zuzuschreiben sind, wofür ein Analogon das von MOLISCH l. c. festgestellte Verhalten der Wurzel gegenüber schädlichen Gasen darbietet. Als Kriterium dieser schon von NEWCOMBE und RHODES angenommenen Möglichkeit erwies sich das unter den gewählten Bedingungen normale oder nicht normale Wachstum der Wurzeln. Etwa 1500 derselben wurden von mir einer Messung unterzogen.

Einige Resultate dieser Versuchsreihe ergeben sich aus beistehender Tabelle:

Nummer	Angewandte Substanz in 1 prozentiger Lösung	Anzahl der untersuchten Wurzeln	Krümmung		indifferent
			positiv	negativ	
1	Na_2HPO_4	60	53	—	7
2	$(NH_4)_2HPO_4$	240	240	—	—
3	$NaCl$	60	—	60	—
4	K_2CO_3.	24	24	—	—
5	KH_2PO_4	60	2	—	58
6	KNO_3	24	—	1	23
7	$MgSO_4$	24	—	—	24
8	$Fe_2(NO_3)_2$	12	12	—	—
9	$Al_2(NO_3)_2$	12	12	—	—
10	$CuSO_4$	12	12	—	—
11	$CuCl_2$	12	12	—	—
12	$ZnSO_4$.	12	12	—	—
13	$Pb(NO_3)_2$	12	12	—	—
14	$Hg(NO_3)_2$	12	12	—	—
15	$HgCl_2$	12	12	—	—

Um zu einwandsfreien Resultaten zu kommen, habe ich nun versucht, durch Schaffung möglichst der Natur entsprechender Verhältnisse die obenerwähnten Fehlerquellen dadurch auszuschliessen, dass ich als Nährboden chemisch reinen Sand in verschiedener Anordnung verwendete. Aber auch auf diese Weise waren Fehler nicht völlig ausgeschlossen. Über diese Versuche soll erst nach deren Abschluss berichtet werden.

Als beste Methode erwies sich nach vielen erst später ausführlich zu beschreibenden Versuchen die folgende:

Runde Glasschalen von 12 *cm* Höhe und 15 *cm* Durchmesser wurden mit einer Lösung von 3 pCt. Gelatine in destilliertem Wasser gefüllt und nach dem Erstarren genau in der Mitte ein etwa 20 *ccm*

Flüssigkeit fassendes Loch ausgestochen. In dieses wurde der zu prüfende Stoff in wässeriger Lösung oder, falls schwerlöslich, in destilliertem Wasser suspendiert eingefüllt. Ausgesucht gerade gewachsene Lupinuskeimlinge von einer Länge von 15–40 *mm* wurden in verschiedener Entfernung (5—50 *mm*) von dem mittleren Loch gerade in die Gelatine vorsichtig hineingestossen, was bei ihrer geringen Konsistenz ohne Schädigung leicht gelang, und das Ganze in einer dunklen Kammer während 24—48 Stunden gehalten. Vergleichende Versuche in Gelatine, in Wasser und in einem dampfgesättigten Raum zeigten, dass die Lupinenwurzeln sich in diesem Medium durchaus normal verhalten und gerade weiterwachsen. Der durch die durchsichtige Gelatine langsam diffundierende Stoff ermöglicht bei dieser Versuchsanordnung, seinen richtenden Reiz auf die Wurzel in deutlichster Weise, ohne Störung durch Aërotropismus, festzustellen.

Einige der vielen Resultate dieser Versuchsreihe ergeben sich aus nebenstehender Tabelle:

Nummer	Angewandte Substanz in 1 prozentiger Lösung	Anzahl der untersuchten Wurzeln	Krümmung		indifferent
			positiv	negativ	
1	Na_2HPO_4	20	20	—	—
2	$(NH_4)_2HPO_4$	20	20	—	—
3	$NaCl$	20	—	20	—
4	K_2CO_3	20	18	—	2
5	KH_2PO_4	20	20	—	—
6	KNO_3	20	4	—	16
7	$MgSO_4$	20	—	20	—
8	$Fe_2(NO_3)_2$	20	—	20	—
9	$Al_2(NO_3)_2$	20	—	20	—
10	$CuSO_4$	20	—	20	—
11	$CuCl_2$	20	—	20	—
12	$ZnSO_4$	20	—	20	—
13	$Pb(NO_3)_2$	20	—	20	—
14	$Hg(NO_3)_2$	20	—	20	—
15	$HgCl_2$	20	—	20	—

Unter anderem habe ich auch die Wirkung typischer Gifte, wie Kupfer-, Zink-, Quecksilbersalze usw., untersucht. Wie aus den beiden Tabellen Nr. 7–15 hervorgeht, rufen dieselben bei Anwendung der Methode von NEWCOMBE und RHODES positive Krümmungen der Lupinuswurzel hervor, welche sich aber als Schädigungskrümmungen erwiesen. Bei der zuletzt genannten Methode hingegen und ebenso bei den Versuchen mit Sand als Nährboden wandten sich die Wurzeln von dem diffundierenden Gifte ab, wie es, nimmt man ein Vermögen der Wurzeln, durch Krümmungsbewegungen den Gefahren zu entrinnen und sich den günstigen Bedingungen anzupassen, als vorhanden an, nicht anders zu erwarten war.

Zur Feststellung der Reizaufnahme wurden auch Versuche mit dekapitierten Wurzeln angestellt. Die Versuche ergaben, dass nach Entfernung der Wurzelhaube und 1–3 *mm* der Wurzelspitze eine Reizaufnahme noch stattfand und etwa beim vierten Millimeter aufhörte; es sei aber darauf hingewiesen, dass, entsprechend den bisher beschriebenen Dekapitierungsversuchen für die Reizaufnahme der Schwerkraft und anderer tropistischer Erscheinungen, stets eine Anzahl von Wurzeln vorhanden waren, die sich anders verhielten. Es mag überhaupt erwähnt werden, dass häufig Wurzeln vorkamen, die entgegengesetzt oder überhaupt nicht reagierten.

Die Versuche am Klinostat und mit Wurzeln anderer Pflanzen sind noch nicht abgeschlossen.

Berlin, Botan. Institut der Königl. Landwirtschaftl. Hochschule.

12. L. Kny: Studien über intercellulares Protoplasma.

Eingegangen am 23. Februar 1905.

III.

Die Fortsetzung der Untersuchungen über intercellulares Protoplasma in den Lupinensamen hat zu dem unerwarteten Ergebnisse geführt, dass, wenn nicht alle, so doch die meisten Protoplasmamassen, welche die Intercellularen auf Schnitten durch frische Cotyledonen gequollener Samen und junger Keimpflanzen erfüllen, aus den Nachbarzellen stammen und bei Herstellung der Schnitte in die Intercellularen gelangt sind.

Die Präparate, welche meinen ersten beiden Mitteilungen[1]) zugrunde lagen, waren teils an frischem Materiale mit freier Hand, teils an gehärtetem mit dem Mikrotome hergestellt worden. Da die Intercellularen von offenen Schnittflächen aus sich mit Hilfe der Luftpumpe leicht mit gefärbten fetten Ölen und anderen farbigen Flüssigkeiten injizieren liessen, hatte ich Sorge dafür getragen, dass bei Herstellung der Schnitte Injektionen der Intercellularen durch das Plasma benachbarter verletzter Zellen infolge von Druckverschiedenheiten der Innen- und Aussenluft nach Möglichkeit ausgeschlossen waren. Es waren deshalb stets aus den zu untersuchenden Cotyledonen zuvörderst grössere Stücke herausgeschnitten worden, deren Intercellularen nach vier Seiten geöffnet waren. Diese dienten dann zur Herstellung der mikroskopischen Schnitte. Von ihnen wurde stets eine grössere Zahl, in welche beim Ausgleiche des in den Intercellularen und der Atmosphäre herrschenden Druckes, noch Zellplasma eingesaugt sein konnte, verworfen, und erst die folgenden dienten der Untersuchung. Da nun in diesen die Intercellularen fast an allen Stellen mit Protoplasma reich erfüllt waren, schien es mir sicher zu sein, dass dasselbe sich von vornherein dort befunden habe.

---

[1]) Diese Berichte 1904, S. 29 ff. und 347 ff

Die ersten Zweifel daran wurden durch Mikrotomschnitte geweckt, welche an ebenso zugeschnittenen, in FLEMMING'scher Lösung und Alkohol absol. gehärteten resp. entwässerten Stücken von Cotyledonen hergestellt worden waren. Auch in diesen waren die Intercellularen in den peripherischen Teilen der Schnitte, bis etwa drei bis vier Schichten von der Aussenumgrenzung entfernt, reichlich mit Protoplasma erfüllt; gegen den inneren Teil der Schnitte nahm aber der Plasmagehalt der Intercellularen ziemlich plötzlich ab und fehlte in den inneren Partien gewöhnlich vollständig.

Da die Möglichkeit nahelag, dass bei Einwirkung des Fixierungsmittels auf die in dasselbe eingelegten Stücke der Cotyledonen das intercellulare Protoplasma durch Druckverschiedenheiten oder auf andere Weise von innen nach aussen gewandert und hier erstarrt war, wurden nun unverletzte Samen in verschiedenem Zustande der Quellung und ganze Keimpflanzen in verschiedenen Stadien der Entwicklung in absoluten Alkohol gelegt, und dieser behufs möglichst vollkommener Entwässerung nach 8—14 Tagen durch neuen ersetzt. Ausserdem wurden soeben abgetrennte, im übrigen aber unverletzte Cotyledonen in FLEMMING'sches Fixierungsgemisch gebracht und demnächst durch absoluten Alkohol entwässert. Die nach einiger Zeit hergestellten Freihandschnitte wurden, um Quellung zu verhüten, vorsichtig in ein Gemenge von konzentriertem Glyzerin und alkoholischer Jodlösung eingelegt. Andere wurden direkt in konzentrierte Pikrinsäure, andere in MILLON'sches Reagens gebracht. In solchen Präparaten zeigten sich die Intercellularen fast durchweg plasmafrei Wo sich Plasma nachweisen liess, lag fast überall der Verdacht vor, dass dasselbe trotz der angewendeten Vorsicht aus den durch den Schnitt verletzten Nachbarzellen stammte. Nur in den Cotyledonen einiger viertägiger Keimpflanzen war der Plasmagehalt der Intercellularen an einzelnen Stellen der Präparate so erheblich, dass die obige Deutung zweifelhaft blieb.

Soviel scheint mir aber sicher, dass das meiste Protoplasma, welches in frischen Schnitten durch die Cotyledonen gequollener Samen und mehrtägiger Keimpflanzen die Intercellularen in dicken Massen erfüllt, aus den angeschnittenen Nachbarzellen stammt und bei Herstellung der Präparate kapillar in die geöffneten Intercellularen eingesaugt worden ist.

Das Vorkommen von intercellularem Protoplasma ist also von neuem zweifelhaft geworden.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☛ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Just's Botanischer Jahresbericht (1904).

Folgende Separata der einzelnen Teile werden abgegeben:

1. Morphologie und Systematik der Phanerogamen	10—15	Bgn.
2. Pflanzengeographie von Europa	4— 6	„
3. Pflanzengeographie der aussereuropäischen Erdteile	7—10	„
4. Anatomie	3— 5	„
5. Physikalische und chemische Physiologie	6— 8	„
6. Entstehung der Arten und Variation	1— 2	„
7. Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Tieren, Blütenbiologie und Gallen	6—10	„
8. Teratologie	1— 2	„
9. Pflanzenkrankheiten	4— 5	„
10. Phytopaläontologie	3— 5	„
11. Pharmakognostik	6— 8	„
12. Pilze (ausschliesslich der Bakterien und Flechten)	7— 8	„
13. Bakteriologie	4— 6	„
14. Flechten	1— 2	„
15. Algen (ausschliesslich der Diatomeen)	3— 4	„
16. Diatomeen	1	„
17. Moose	2— 3	„
18. Pteridophyten	4— 5	„
19. Neue Arten der Phanerogamen	8—10	„
20. Landwirtschaftliche Botanik	4— 5	„
21. Kolonialbotanik	4— 6	„

Preis für den Druckbogen: 1 Mk. 25 Pfg. — Mit der Ausgabe dieser Sonderabzüge bieten wir eine günstige Gelegenheit, sich auf verhältnismässig billige Weise in der Literatur eines Spezialgebietes auf dem Laufenden zu halten. Sofern von dieser Einrichtung ausgiebiger Gebrauch gemacht wird, soll der Preis für die Folge herabgesetzt werden. — Wir bitten daher um zahlreiche Beteiligung und Bekanntgabe der Einrichtung an die Herren Fachgenossen.

BERLIN SW 11
Dessauerstrasse 29

Gebrüder Borntraeger

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 3.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 3.

MIT TAFEL II—III.

AUSGEGEBEN AM 27. APRIL 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 3.

Seite
Sitzung vom 31. März 1905 99

Mitteilungen:

13. **Max Lewin**: Über die Atmung keimender Samen unter Druck. (Mit einer Abbildung) 101
14. **Rudolf Steiner**: Über Intumeszenzen bei Ruellia formosa Andrews und Aphelandra Porteana Morel. (Mit Tafel II) 105
15. **B. Němec**: Über Regenerationserscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen. (Vorläufige Mitteilung) . . . 113
16. **W. Zopf**: Vielkernigkeit grosser Flechtensporen. (Mit einer Abbildung) 121
17. **C. Wehmer**: Unabhängigkeit der Mucorineengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe 122
18. **W. Zaleski**: Beiträge zur Kenntnis der Eiweissbildung in reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 126
19. **W. Zaleski**: Zur Kenntnis der proteolytischen Enzyme der reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 133
20. **T. Krasnosselsky**: Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen 142
21. **Hans Bachmann**: Botanische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. (Mit Tafel III) 156

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 28. April 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 31. März 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Shull, Geo. H., Ph. D., Leiter der botanischen Arbeiten an der Station für experimentelle Entwickelungslehre, Carnegie Institution of Washington, Cold Spring Harbour, **Long Island**, N. Y. (durch C. CORRENS und S. SCHWENDENER),

Kaphahn, Dr., Assistent am botanischen Institute der Kgl. Technischen Hochschule in **Aachen**, Vincenzstr. 7 (durch A. WIELER und F. C. VON FABER),

Kegel, Dr. **Werner**, Assistent am Pflanzenphysiologischen Institute der Universität **Göttingen** (durch G. BERTHOLD und A. PETER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Grafe, Dr. **Victor**, in **Wien**,
von Oven, Dr. **E.**, in **Dahlem** bei Berlin,
Paeckelmann, W., cand. phil. in **Kassel**.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 7. Januar 1905 erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Otto Wünsche**,

Professor am Gymnasium in Zwickau. Um das Andenken des Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Mitteilungen.

13. **Max Lewin:** Über die Atmung keimender Samen unter Druck.

Mit einer Abbildung.

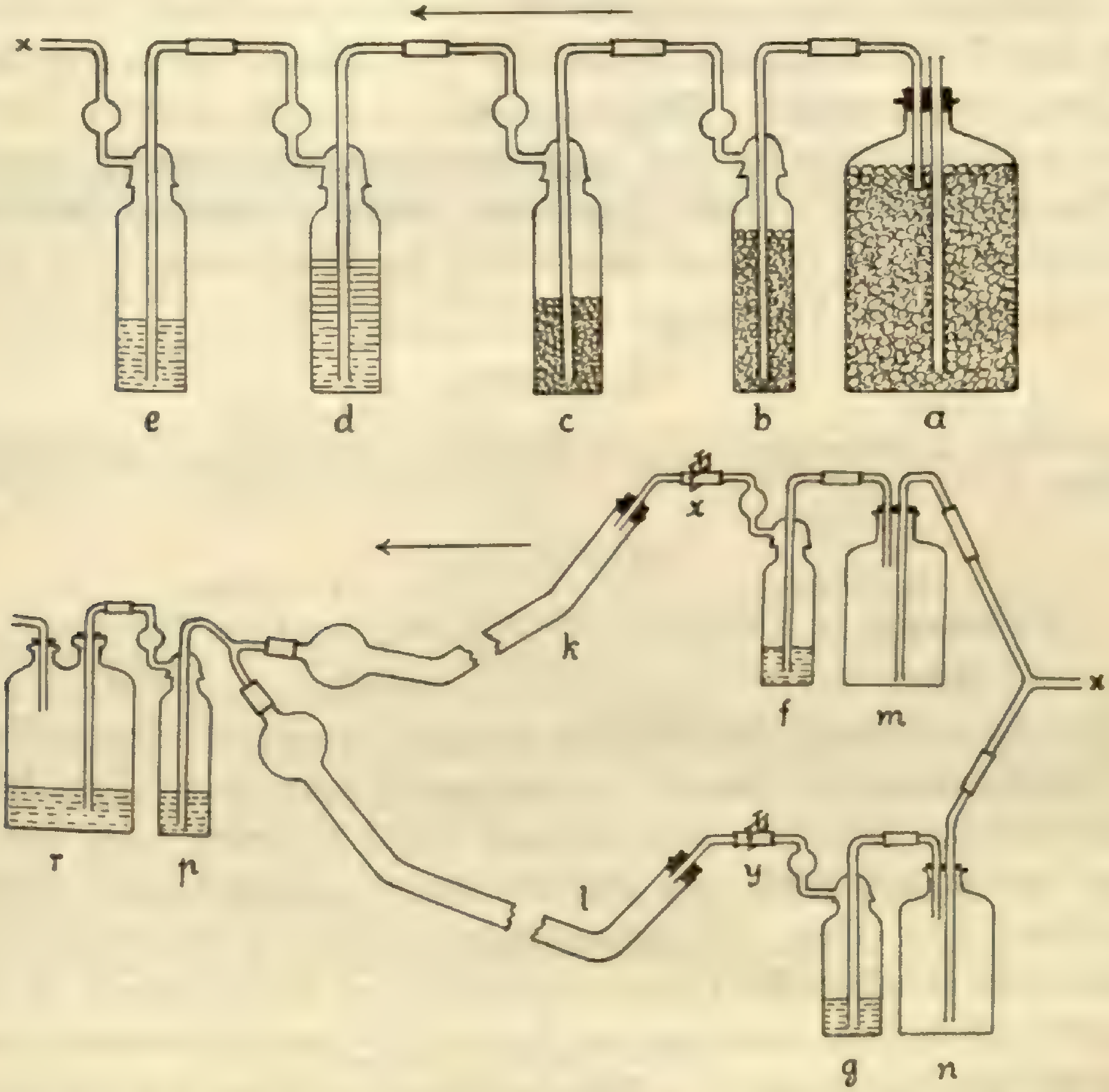
Eingegangen am 27. Februar 1905.

Die Wirkung äusserer Einflüsse auf die Atmung der Pflanzen ist nach den verschiedensten Richtungen untersucht worden; doch hat sich, soweit mir bekannt, bisher niemand die Frage vorgelegt, ob äusserer Druck, welcher das Wachstum der Pflanzen hindert, auch ihre Atmungstätigkeit herabsetzt. Von vornherein liess sich eine sichere Vermutung darüber nicht aufstellen. Da Atmung und Wachstum in engster Beziehung zueinander stehen, sprach die grössere Wahrscheinlichkeit zugunsten der Annahme, dass beide miteinander parallel gehen. Doch war auch die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass Druck, ebenso wie Verletzung, die Atmung fördert.

Um Samen einem hohen Druck zu unterwerfen, wurden sie in trockenem Zustande in ein starkwandiges zylindrisches, oben offenes Gefäss von Zinkblech von 58 *mm* Höhe und 26,5 *mm* lichtem Durchmesser gebracht, dessen Deckel mittels dreier starker Haken an dem unteren Teil befestigt werden konnte. Die Seitenwand, ebenso wie Boden und Deckel, waren in Längs- und Querabständen von 5 bis 6 *mm* mit kreisrunden Öffnungen von 3 *mm* Durchmesser versehen. Der Apparat war nach Fertigstellung vernickelt worden. Da die Gefahr nahe lag, dass die Samen bei ihrem energischen Ausdehnungsbestreben innerhalb des geschlossenen Gefässes sich stark gegeneinander abplatten und dadurch der für die Atmung notwendigen Luftzirkulation ein Hindernis schaffen würden, wurden zwischen den Samen Glaskugeln von etwa 3,5 *mm* Durchmesser so gleichmässig wie möglich verteilt. Von den ohne Druck quellenden und atmenden Samen, deren Kohlensäureabgabe gleichzeitig geprüft werden sollte, befand sich eine gleiche Zahl und ein gleiches Gewicht trockener Samen mit einer ebenso grossen Zahl von Glaskugeln in einem Beutel aus sehr dünnen Kautschukhäutchen, der in denselben Abständen wie das Blechgefäss von gleichgrossen kreisförmigen Öffnungen durchbrochen war. Es waren hierdurch für die Durchlüftung in beiden Parallelversuchen so gleichartige Verhältnisse geschaffen, wie sich dies praktisch ermöglichen liess.

Als Massstab für die Atmung habe ich die von beiden Samenpartien in gleichen Zeiten ausgeschiedene Kohlensäure bestimmt. Die Vorversuche wurden genau in der von DETMER[1]) angegebenen Weise ausgeführt. Die unter Druck befindlichen und die ohne Druck quellenden wurden dementsprechend nacheinander untersucht. Doch schien es mir erwünschter, beide Versuche unter vollständig gleichen Verhältnissen gleichzeitig auszuführen. Zu diesem Zwecke habe ich den DETMER'schen Apparat in folgender Weise abgeändert:

Die drei ersten Waschflaschen *a*, *b*, *c* waren mit Bimssteinstückchen gefüllt, die mit konzentrierter Kalilauge getränkt waren. Waschflasche *d* — mit konzentrierter Lösung von Ätzkali *e* — diente als Kontrollflasche und war mit Barytwasser gefüllt. Dann verzweigte sich der Apparat und führte zu zwei Gefässen *m* und *n*, welche zur Aufnahme der Samen dienten. In das eine waren die Samen gebracht, welche unter Druck, in das andere diejenigen, welche ohne Druck keimten. Die beiden Gefässe führten zu zwei anderen Waschflaschen *f* und *g*, welche eine schwache Lösung von Schwefelsäure enthielten. Diese Waschflaschen führten zu den PETTENKOFER'schen Röhren *k* und *l*. Ich bemerke hier, dass, wie die Erfahrung zeigte, die beiden Röhren ganz gleich untereinander sein müssen und gross genug, um mindestens 150 *ccm* Barytwasser aufnehmen zu können. Das Barytwasser



---

[1]) DETMER, Pflanzenphysiologisches Praktikum, S. 177.

muss dieselben fast ganz füllen. Die beiden Röhren vereinigten sich dann wieder und führten in eine gemeinsame Kontrollflasche *p*, welche mit Barytwasser gefüllt wurde, dann in ein Gefäss mit Wasser *r* und von da zur Wasserluftpumpe, mit deren Hilfe die äussere Luft durch den ganzen Apparat durchgesaugt wurde. Die Klemmen *x* und *y* liessen den Strom so regulieren, dass in derselben Zeit ganz gleiche Mengen von Luftbläschen durch die PETTENKOFER'schen Röhren durchgeführt werden konnten.

Der Apparat war also zweckentsprechend; denn bei starkem Strom unterblieb die Ausscheidung der Luftbläschen in dem Gefässe *r*, wenn an einer beliebigen Stelle der einheitlichen Luftbahn zwischen zwei Gefässen der Kautschukschlauch zusammengedrückt wurde. Da ich in den Versuchen einen bedeutend geringeren Strom gebrauchte, so konnte ich umsomehr überzeugt sein, dass die äussere Luft von keiner anderen Stelle in den Apparat eindringen konnte, als durch die Waschflasche *a*. Nach Abschluss jedes Versuches wurde die Kohlensäure durch Titrieren ermittelt. Im Folgenden gebe ich die Resultate von zwei Versuchen:

I. Versuch.

I. Gefäss:		II. Gefäss:		
1. Titrierung	2. Titrierung	1. Titrierung	2. Titrierung	3. Titrierung
10,7	10,7	10,7	10,75	10,7

II. Versuch.

I. Gefäss:		II. Gefäss:	
1. Titrierung	2. Titrierung	1. Titrierung	2. Titrierung
10,3	10,3	10,3	10,3

Zur Absorbierung der bei der Atmung ausgeschiedenen Kohlensäure gebrauchte ich überall je 150 *ccm* Barytwasser. Die Füllung der PETTENKOFER'schen Röhren und die Titrierung nach den Versuchen wurde mit Hilfe des von DETMER[1]) angegebenen Apparates ausgeführt. Der Titer des Barytwassers war für jeden Versuch festgestellt. Der Inhalt jeder PETTENKOFER'schen Röhre wurde in jedem Versuche mindestens zweimal im Falle der ganz übereinstimmenden Resultate titriert und mehrere Male im Falle der selten vorgekommenen unbedeutenden Differenzen (in 0,05, 0,1 *ccm*). Für das Titrieren gebrauchte ich $^1/_{10}$ Normal-Oxalsäure, was 1 *ccm* der 2,2 *mg*-Kohlensäure entspricht. Mit jeder Art von Samen wurden drei Versuche angestellt. Um die Entwicklung von Bakterien an den Samenschalen auf das geringste Mass zu beschränken, wurden die Samen, bevor sie in das Blechgefäss und das Kautschukbeutelchen eingeschlossen wurden, sorgfältig gesäubert. Nach Verschluss des Blechgefässes und des Kautschukbeutels wurden beide gleiche Zeit in Wasser von etwa 19° C. gebracht und, nachdem die Quellung bis zu dem gewünschten

---

1) DETMER, l. c.

Stadium gebracht war, der Versuch begonnen. Auf dem Boden der Gefässe *m* und *n* befand sich befeuchtetes Fliesspapier, auf das je einer der beiden Samenbehälter mit Inhalt gelegt wurde. In den aufeinanderfolgenden Versuchen fand ein regelmässiger Wechsel statt, so dass jede der beiden Flaschen *m* und *n* abwechselnd das Blechgefäss oder das Kautschukbeutelchen aufnahm.

Ich führe jetzt die Versuche der Reihe nach an:

Pisum sativum.

I. Versuch.

	Unter Druck:		Ohne Druck:	
	Im Ganzen *mg* CO_2	Pro Stunde *mg* CO_2	Im Ganzen *mg* CO_2	Pro Stunde *mg* CO_2
Je 50 Samen quollen 17 Stunden. Dauer des Versuches 2 Stunden. Gewicht 20 *g* . .	17,16	8,58	25,74	12,87
II. Versuch.				
Je 50 Samen quollen 29 Stunden. Dauer des Versuches $1^1/_2$ Stunden. Gewicht 20 *g* .	16,5	11,0	29,7	19,8
III. Versuch.				
Je 50 Samen quollen 42 Stunden. Dauer des Versuches $2^1/_2$ Stunden. Gewicht 20 *g* .	33,0	13,2	46,2	18,48
Lupinus albus.				
I. Versuch.				
Je 60 Samen quollen 24 Stunden. Dauer des Versuches 3 Stunden. Gewicht 19 *g* . .	13,2	4,4	33,0	11,0
II. Versuch.				
Je 60 Samen quollen 40 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 20 *g* . . .	9,9	9,9	19,8	19,8
III. Versuch.				
Je 65 Samen quollen 41 Stunden. Dauer des Versuches $2^1/_2$ Stunden. Gewicht 20 *g* .	26,4	10,56	49,5	19,8
Cicer arietinum.				
I. Versuch.				
Je 65 Samen quollen 17 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 20 *g* . . .	9,9	9,9	19,8	19,8
II. Versuch.				
Je 65 Samen quollen 21 Stunden. Dauer des Versuches $1^1/_2$ Stunden. Gewicht 20 *g* .	13,2	8,8	26,4	17,6
III. Versuch.				
Je 60 Samen quollen 22 Stunden. Dauer des Versuches $1^1/_2$ Stunden. Gewicht 18 *g* .	16,5	11,0	36,3	24,2
Phaseolus vulgaris.				
I. Versuch.				
Je 50 Samen quollen 18 Stunden. Dauer des Versuches 2 Stunden. Gewicht 20 *g* . .	19,8	9,9	49,5	24,75

	Unter Druck:		Ohne Druck:	
	Im Ganzen *mg* CO_2	Pro Stunde *mg* CO_2	Im Ganzen *mg* CO_2	Pro Stunde *mg* CO_2
II. Versuch.				
Je 50 Samen quollen 21 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 20 *g*	13,2	13,2	29,7	29,7
III. Versuch.				
Je 50 Samen quollen 26 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 20 *g*	13,2	13,2	23,1	23,1
Cucurbita Pepo.				
I. Versuch.				
Je 43 Samen quollen 41 Stunden. Dauer des Versuches $2^1/_2$ Stunden. Gewicht 10 *g*	16,5	6,6	23,1	9,24
II. Versuch.				
Je 45 Samen quollen 48 Stunden. Dauer des Versuches $1^1/_2$ Stunden. Gewicht 11 *g*	13,2	5,28	19,8	7,92
III. Versuch.				
Je 40 Samen quollen 49 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 10 *g*	6,6	6,6	9,9	9,9
Vicia Faba.				
I. Versuch.				
Je 12 Samen quollen 17 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 17 *g*	16,5	16,5	19,8	19,8
II. Versuch.				
Je 12 Samen quollen 18 Stunden. Dauer des Versuches 1 Stunde. Gewicht 17 *g*	9,9	9,9	16,5	16,5
III. Versuch.				
Je 11 Samen quollen 23 Stunden. Dauer des Versuches $1^1/_2$ Stunden. Gewicht 17 *g*	13,2	8,8	19,8	13,2

Aus vorstehenden Versuchen lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Der mechanische Druck übt eine hemmende Wirkung auf die Atmung der Pflanze aus. Auch langsam keimende Samen, wie die von *Cucurbita*, oder grosse, wie die von *Vicia*, zeigten dieselben Erscheinungen. Es besteht also keine Analogie zwischen der Wirkung des mechanischen Druckes und der Wirkung der Verletzung, welch letztere bekanntlich die Intensität der Atmung bedeutend vergrössert.

2. Auf Samen verschiedener Pflanzen übt der Druck nicht die gleiche hemmende Wirkung aus.

3. Fast überall, sowohl in den frei, wie auch in den unter Druck keimenden Samen, kann man bei längerer Dauer des Versuches eine Vermehrung der ausgeschiedenen Kohlensäure wahrnehmen.

Meine Arbeit wurde im Pflanzenphysiologischen Institute der Universität Berlin unter Leitung des Herrn Prof. KNY ausgeführt. Ich halte es für meine angenehme Pflicht, ihm hier meinen tiefsten Dank für seine Ratschläge und für das lebhafte Interesse an meiner Arbeit auszudrücken.

14. Rudolf Steiner: Über Intumeszenzen bei Ruellia formosa Andrews und Aphelandra Porteana Morel.

Mit Tafel II.

Eingegangen am 4. März 1905.

I.

Als Intumeszenzen bezeichnet man nach SORAUER pathologische Wucherungen von geringer Ausdehnung auf Blättern und Stengeln der Pflanzen. Sie wurden bereits auf vielen Pflanzen gefunden und wiederholt beschrieben. Namentlich SORAUER hat eine grössere Zahl von Arbeiten darüber veröffentlicht. Eine Zusammenfassung des über diese Gebilde bisher Bekannten gibt KÜSTER[1]. Darnach entstehen die Intumeszenzen durch abnormale Grössenzunahme (Hypertrophie) der Epidermis oder des Grundgewebes der betreffenden Stellen, meist unter Ausschluss jeglicher Zellteilung. Dass Epidermis und Grundgewebe gleichzeitig sich beteiligen, zur Zellteilung angeregt werden und „einen Zellkörper“ liefern, wurde von SORAUER[2] an Nelkenblättern beobachtet. Aus allen darüber bisher angestellten Versuchen ergibt sich, dass die Intumeszenzen unter dem Einflusse feuchter Luft entstehen, indem diese die Wasserabgabe behindert und dadurch „Wasserüberschuss“ hervorruft. Nach den Versuchen von DALE[3] ist für ihre Entstehung auf *Hibiscus vitifolius* die Einwirkung des Lichtes notwendig; im Dunkeln erscheinen auf dieser Pflanze keine derartigen Wucherungen. Bei vielen Pflanzen zeigen sie sich nicht auf Blättern, die in steter Berührung mit Wasser sich befinden. KÜSTER[4] aber gelang es, sie an den Blättern von *Populus tremula* und anderen Pflanzen im Lichte (bei Vermeidung direkter Bestrahlung durch die Sonne) und im Dunkeln in gleicher Weise hervorzurufen, indem er isolierte Blätter dieser Pflanzen in geschlossenen, mit gewöhnlichem

---

[1] E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie. Jena 1903, S. 84—90. Dort findet sich auch ein reiches Verzeichnis der einschlägigen Literatur. — Über experimentell erzeugte Intumeszenzen. Vorläufige Mitteilung. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1903, Bd. XXI, S. 452.

[2] P. SORAUER, Intumeszenzen an Blättern (der Nelken). Zeitschr. für Pflanzenkrankheiten 1898, Bd. VIII, S. 291.

[3] E. DALE. I. Investigations on the abnormal outgrowths or intumescences on *Hibiscus vitifolius* Linn. Phil. Trans. B. 1901, Vol. CXCIV, p. 163. — II. Intumescences of *Hibiscus vitifolius*. Ann. of Bot. 1899, Vol. XIII, p. 622. — III. On certain outgrowths (intumescences) on the green parts of *Hibiscus vitifolius*. Proc. Cambr. Phil. Soc. 1900, vol. X, part. IV, p. 192.

[4] Über experimentell erzeugte Intumeszenzen, l. c.

Leitungswasser, KNOP'scher Nährlösung oder mit Glukoselösung gefüllten flachen Schalen schwimmen liess.

Herr Prof. Dr. H. MOLISCH fand Intumeszenzen auf den Blättern der Acanthacee *Ruellia formosa* Andrews und überwies mir diesen Fall zur näheren Untersuchung.

II. Intumeszenzen bei Ruellia formosa Andrews.

Das Blatt von *Ruellia formosa* zeigt den gewöhnlichen Bau dikotyler Blätter. Die Epidermis ist beiderseits einfach, Kutikula und Spaltöffnungen sind sehr zart, letztere etwas vorgewölbt. An der Ober- und Unterseite finden sich zweierlei mehrzellige Trichome, welche viel Kristallsand (Kalkoxalat) führen, der deutlich die BROWNsche Molekularbewegung erkennen lässt. Das Mesophyll besteht aus zwei Reihen Palisadenzellen, von denen die Zellen der oberen Reihe 46 μ, die der unteren Reihe 27 μ lang werden, und aus zwei bis drei Reihen des Schwammparenchyms. Das ganze Blatt hat eine Dicke von 0,15 bis 0,2 *mm*. In den Zellen der Epidermis liegen, an der Ober- und Unterseite des Blattes zerstreut, walzenförmige, höckerige, im Querschnitte runde Cystolithen.

Alljährlich, namentlich in den Monaten Mai bis Juli, entstehen an der Oberseite der nahezu ausgewachsenen Blätter lichte, rundliche Flecken von etwa $^1/_2$ bis 2 *mm* Durchmesser. Nach zwei bis vier Tagen erscheinen an diesen Stellen kleine, gelblich-weisse Intumeszenzen, welche rasch an Höhe, wenig aber an Durchmesser zunehmen. Zwei Wochen nach dem Auftreten der ersten lichten Flecken sieht es aus, als ob an einigen Stellen des Blattes eine weissliche, körnig aussehende Masse herauskristallisiert wäre (Fig. 1). Inzwischen sind auch auf den jüngeren Blättern die ersten Stadien dieser Intumeszenzen erschienen. Auch an der Unterseite der Blätter zeigen sie sich. Diese haben einen etwas kleineren Durchmesser als jene auf der Blattoberseite, und die Gestalt vieler ist spitz kegelförmig. An manchen Blättern entwickeln sich an der Oberseite mehr Intumeszenzen als an der Unterseite, bei anderen Blättern ist es wieder umgekehrt.

Haben die Intumeszenzen eine Höhe von 1 bis 2 *mm* erreicht, so beginnen sie sich zu bräunen, und nach einer Woche sind sie trocken. Sie verschrumpfen immer mehr, und schliesslich findet man an ihrer Stelle einen trockenen braunen Fleck oder ein braun umrandetes Loch.

Ungefähr 6 bis 10 Wochen nach dem ersten Auftreten dieser Wucherungen entstehen an derselben Pflanze keine neuen mehr. — Durch die Intumeszenzen wird die Lebensfähigkeit der davon befallenen Pflanzen nicht oder wenigstens nicht merkbar beeinträchtigt.

Sie treiben kräftige Blüten und zeigen auch sonst keinerlei Veränderungen.

Ihrer Entwicklungsgeschichte nach kann man auf *Ruellia formosa* zwei Arten von Intumeszenzen unterscheiden: solche, die aus der Epidermis und dem Mesophyll hervorgehen, und solche, die nur vom Mesophyll gebildet werden.

1. Die ersteren entstehen auf beiden Blattseiten und zwar auf folgende Weise: An irgend einer Stelle, aber nicht direkt über den grösseren Gefässbündeln, beginnt die Epidermis in einem Durchmesser von 7 bis 11 Zellen anzuschwellen. Es finden Teilungen dieser Zellen parallel zur Oberfläche des Blattes statt (Fig. 2), so dass schliesslich 2 bis 4 Zelllagen übereinander entstehen. Vielfach kann man dabei direkte Kernteilung beobachten.

Die neu entstandenen Zellen strecken sich senkrecht zur Blattoberfläche und werden etwa doppelt so lang als breit. Dann beginnen die darunterliegenden Zellen des Palisadengewebes sich zu strecken; auch hier treten perikline Scheidewände in den gestreckten Zellen auf, die dadurch gebildeten neuen Zellen wachsen wieder in die Länge und teilen sich abermals. So entstehen bis 8 Zelllagen übereinander. Die Epidermis wird dabei in die Höhe gehoben; sie reisst im Umkreise der Wucherung ab, so dass schliesslich der Teil über der Intumeszenz in keiner Verbindung steht mit der Epidermis des übrigen Blattes. Inzwischen beginnt die zweite Reihe der Palisadenzellen sich zu strecken und sich zu teilen, wie vor ihr die erste. Auch die Zellen des Schwammparenchyms können sich an der Bildung der Intumeszenzen beteiligen, nicht aber die Epidermis der anderen Blattseite (Fig. 3).

In allen beteiligten Zellen wird der Chlorophyllgehalt geringer, die Chlorophyllkörner zeigen nicht mehr die der Belichtung entsprechende Stellung, sondern liegen regellos zerstreut in der Zelle. Bald schwindet das Chlorophyll ganz, der Zellinhalt wird farblos, der Plasmabelag der Zellwände ist nur mehr ganz dünn, den übrigen Teil der Zelle nimmt der farblose Zellsaft ein.

Sobald das Schwammparenchym affiziert ist, beginnt die Intumeszenz zu schrumpfen. Zuerst verlieren die Epidermiszellen ihren Turgor, ihre Zellwände werden faltig und schliesslich vertrocknen die Zellen. Dasselbe wiederholt sich dann bei den anderen Zelllagen. War auch die unterste Lage des Schwammparenchyms am Aufbau der Intumeszenz beteiligt gewesen, so entsteht ein rundes Loch mit braunen Rändern, indem auch die untere Epidermis durchreisst. Wo jedoch das Schwammparenchym nicht oder nur in seiner obersten Reihe beteiligt war, dort gehen die Intumeszenzen nur soweit zugrunde, als sie über die Epidermis des Blattes hervorragen. Die Wände der ungefähr in der Höhe der Epidermis liegenden Zellen werden braun, bleiben erhalten und bilden makroskopisch einen braunen Fleck. Dabei haben diese Zellen ganz das Aussehen eines Korkgewebes; doch gelang es mir nicht, die Verkorkung nachzuweisen.

2. Auf der Blattunterseite gibt es ausserdem noch Intumeszenzen mit einer anderen Entwicklung: Unter einer Spaltöffnung oder unter einer Gruppe von Spaltöffnungen beginnen die Zellen, welche den Atemraum begrenzen, anzuschwellen und füllen ihn aus (Fig. 4). Dieser Vorgang hat eine gewisse Ähnlichkeit mit der Verstopfung des Spaltöffnungsapparates bei *Tradescantia guianensis*, wie dies HABERLANDT[1]) und MOLISCH[2]) beschrieben haben. Doch bestehen ganz wesentliche Unterschiede. Bei *Tradescantia guianensis* behalten die den Atemraum erfüllenden Zellen ihr Chlorophyll, es wurde nie beobachtet, dass sie weiter gewachsen wären und die Epidermis durchbrochen hätten. Hier aber wachsen diese Zellen weiter, heben die Schliesszellen und die angrenzenden Zellen empor und durchbrechen die Epidermis. Nun treten in den gestreckten Zellen perikline Scheidewände auf, die dadurch entstandenen neuen Zellen wachsen und teilen sich wieder in derselben Weise. Inzwischen haben sich auch die angrenzenden, früher gleich hoch gelegenen Zellen und die darunter liegenden der nächsten Zellschicht vergrössert und geteilt. Indem dies mehrmals sich wiederholt, wird schliesslich der Durchmesser an der Basis dieser Intumeszenzen im allgemeinen ebenso gross wie jener der zuerst beschriebenen Art. Am Aufbau der Wucherungen von der zweiten Art beteiligen sich mit Ausnahme der Epidermis alle Zelllagen. Die ersten Teilungen erfolgen alle parallel zur Blattfläche. In dem Teile der Intumeszenz, welcher über die Blattfläche hervorragt, finden — aber nur in beschränktem Masse und nicht immer — auch Teilungen senkrecht zur Blattfläche statt, ohne dass dadurch der Durchmesser grösser wird. Da anfangs nur wenige Zellen beteiligt sind und erst im Verlaufe der Entwicklung die Basis immer breiter wird, haben diese Intumeszenzen eine spitzkegelförmige Gestalt. Die obersten Zellen sind die grössten, gegen die Basis werden die Zellen bedeutend kleiner (Fig. 5).

Der Verlust des Chlorophylls und das Absterben erfolgt bei diesen Intumeszenzen ebenso wie bei den anderen. Auch hier ist häufig direkte Kernteilung zu beobachten.

Die Wucherungen auf *Ruellia formosa* haben grosse Ähnlichkeit mit den Intumeszenzen, welche SORAUER auf Nelkenblättern gefunden

---

1) G. HABERLANDT, Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkernes bei den Pflanzen. Jena 1887, S. 71—74.

2) H. MOLISCH, Zur Kenntnis der Thyllen nebst Beobachtungen über Wundheilung in den Pflanzen. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, 1888, Bd. XCVII, Abt. I, S. 264.

hat. Beide kommen durch abnormale, durch Zellteilung bewirkte Massenzunahme (Hyperplasie) zustande.

Es fragt sich nun, unter welchen äusseren Bedingungen diese Wucherungen auf *Ruellia formosa* entstehen, ob auch hier wie bei den Intumeszenzen auf anderen Pflanzen die Einwirkung feuchter Luft erforderlich ist.

Wie schon erwähnt, treten auf *Ruellia formosa* Intumeszenzen namentlich von Mai bis Juli auf. In dieser Zeit ist die Luft des Warmhauses, in dem sie steht, während eines Teiles des Tages nahezu dunstgesättigt. In diesen Monaten treibt die Pflanze relativ rasch nnd blüht auch in dieser Zeit. Wie die im Folgenden angeführten Versuche ergeben, bilden sich auch diese Intumeszenzen unter der Einwirkung feuchter Luft. Der Umstand, dass sie in dieser Zeit besonders zahlreich auftreten, deutet vielleicht darauf hin, dass auch andere Faktoren von Einfluss sind. Um dies näher zu untersuchen, wurden folgende Versuche angestellt:

1. Es wurden mehrere Exemplare von *Ruellia formosa* jedes unter eine unten durch Wasser abgesperrte Glasglocke gebracht. — Nach zehn Tagen schon zeigten sich die ersten Stadien von Intumeszenzen, und diese entwickelten sich in der schon beschriebenen Weise. Nach ungefähr sechs Wochen erschienen keine neuen mehr, die vorhandenen verschrumpften, und von nun ab blieb die Pflanze frei von solchen Gebilden, wenn sie auch unter der Glasglocke belassen wurde. Dieser Versuch wurde zu allen Jahreszeiten wiederholt und ergab im wesentlichen immer dasselbe Resultat. Doch traten die Intumeszenzen am zahlreichsten im Mai und Juni auf, die wenigsten erschienen im Winter. Auch dauerte es im Winter am längsten, bis die ersten Intumeszenzen sich zeigten.

Die Kontrollversuche ohne Glasglocke ergaben im Warmhause, wie schon bemerkt, von Mai bis Juli die zahlreichsten Intumeszenzen, gar keine in der Zeit, da im Warmhause geheizt wird und deswegen die Luft etwas trockener ist; im Kalthause nur während der warmen Jahreszeit immer nur in ganz geringer Menge und nur dann, wenn feuchte Witterung herrschte. Bei trockenem Wetter wurde die Entwicklung sistiert, und erst wenn die Feuchtigkeit der Luft sich steigerte, wurden wieder Intumeszenzen gebildet.

Der Gesamtzuwachs der Pflanzen unter den Glasglocken war geringer als bei den anderen. Überdies erschienen die Blätter verkümmert, das Mesophyll wölbte sich zwischen den Blattspursträngen empor.

Andere Pflanzen dieser Art, welche im Freien, im Garten standen, zeigten überhaupt keine Intumeszenzen. Sie gediehen übrigens vortrefflich; wegen der zarten Kutikula mussten sie jedoch immer im Schatten gehalten werden.

2. Wurden Pflanzen, die während der warmen Jahreszeit ungefähr drei Wochen im Freien gewesen waren, ins Kalthaus gebracht, so traten schon nach einer Woche Intumeszenzen auf, reichlicher als sie sonst sich hier zeigten. Ganz besonders viele entstanden auf den Pflanzen, welche aus dem Garten oder aus dem Kalthause ins Warmhaus oder noch besser unter eine Glasglocke gebracht wurden.

3. Ungefähr sechs bis zehn Wochen nach dem ersten Auftreten von Intumeszenzen entwickelt *Ruellia formosa* in demselben Jahre keine neuen mehr, wenn sie in den Verhältnissen belassen wird, unter deren Einfluss diese Wucherungen sich gebildet hatten. Die Pflanze ist dann an den hohen Feuchtigkeitsgrad gleichsam angepasst.

Ich brachte nun solche Pflanzen in einen Raum von bedeutend niedrigerem Feuchtigkeitsgrad und liess sie hier ungefähr drei Wochen. Wurden nun solche Pflanzen wieder in einen Raum von höherer relativer Feuchtigkeit gebracht, so traten an ihnen abermals Intumeszenzen auf. Nur auf diese Weise konnte ich an einer Pflanze mehrmals während eines Jahres Intumeszenzen hervorrufen.

Auf Stengeln, Blattstielen und Blüten habe ich bei *Ruellia formosa* nie Intumeszenzen beobachtet.

Aus diesen Versuchen ergibt sich: Die Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* treten immer dann auf, wenn die relative Luftfeuchtigkeit des Raumes, in dem sie untergebracht ist, bedeutend erhöht wird. Je grösser diese Erhöhung ist, desto zahlreicher werden im allgemeinen diese Wucherungen. Ist aber die Pflanze an die neuen Verhältnisse angepasst, so treten, so lange diese unverändert bestehen, keine Intumeszenzen mehr auf.

Ferner fragt es sich, ob die Bildung der Intumeszenzen spontan erfolge oder erst durch einen äusseren Reiz angeregt werde, wie etwa durch Verwundung oder Vergiftung oder durch Insekten, namentlich durch Blattläuse. Es ist nicht wahrscheinlich, dass Blattläuse, Blattmilben usw. die Entstehung dieser Intumeszenzen veranlassen. Denn auf vielen unter Glasglocken gezogenen Exemplaren fand ich nie Blattläuse, und trotzdem waren auf diesen Pflanzen die Intumeszenzen ebenso zahlreich wie auf denjenigen, auf welchen Blattläuse in Menge angetroffen wurden.

Inwieweit die Entstehung von Intumeszenzen durch die Behandlung der Pflanzen mit Giften angeregt und begünstigt wird, ist noch nicht näher untersucht[1]. HABERLANDT[2] gelang es, auf den Blättern von *Conocephalus ovatus* Tréc. und *C. suaveolens* intumeszenzenähnliche Wucherungen hervorzurufen, indem er diese Blätter mit 0,1 prozentiger alkoholischer Sublimatlösung bepinselte. Er betrachtete diese Gebilde als neue Organe, als „Ersatzhydathoden“, weil sie, wie früher die Hydathoden, Wasser auszuscheiden imstande sind.

---

[1] E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, S. 87.

[2] G. HABERLANDT, Anatomisch-physiologische Untersuchungen über das tropische Laubblatt: II. Über wassersezernierende und absorbierende Organe. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss. in Wien, 1895, Bd. CIV, I. Abt., S. 55.

KÜSTER aber stellt sie, wie ich vermute mit Recht, wegen der ätiologischen und histologischen Übereinstimmung zu den Intumeszenzen[1]). Auf *Conocephalus niveus* konnte ich nach HABERLANDT's Methode keine derartigen Gebilde hervorrufen.

Alle meine Versuche, durch Verwundung oder Vergiftung Intumeszenzen auf *Ruellia formosa* zu erregen, waren erfolglos.

Ich bepinselte Blätter mit alkoholischer und wässeriger Sublimatlösung, mit Lösungen von Kupfersulfat[2]), Chlorammonium, Kali- und Natronlauge, Ameisensäure, Apfelsäure und verschiedenen anderen Stoffen. Wegen der hohen Empfindlichkeit der Blätter gegen Gifte durften nur ganz verdünnte Lösungen in Anwendung kommen, sonst ging das Blatt zugrunde. Jeder dieser Stoffe wurde in verschiedenen Konzentrationen zwischen 5 pCt. und 0,005 pCt. verwendet. Andere Blätter wurden nur an einigen Stellen mit diesen Lösungen betupft. Wieder andere wurden mit feinen Nadeln, mit glühendem Platindraht oder mit einer Bürste verletzt. Auch wurden Blätter zuerst verwundet und an den verwundeten Stellen mit Giften behandelt. Dabei befanden sich die Pflanzen im dunstgesättigten Raume, und es wurden zu den Versuchen nur Blätter verwendet, die noch im Wachstum begriffen waren. Niemals jedoch zeigten sich an den verwundeten oder vergifteten Stellen Intumeszenzen. Die unverletzten Blätter derselben Pflanze aber zeigten diese in der gewöhnlichen Weise, und auch an den zu den Versuchen verwendeten Blättern erschienen Intumeszenzen, aber nur an den unversehrten Stellen.

Zweige, die in Wasser getaucht waren, zeigten, so lange sie unter Wasser waren, nie Intumeszenzen. Auch habe ich nach der schon eingangs erwähnten Methode, mittels welcher KÜSTER auf den Blättern von *Populus tremula* Intumeszenzen hervorrief, auf *Ruellia formosa* keine derartigen Wucherungen erhalten.

Im dunstgesättigten Raume unter einem Dunkelsturz traten immer nur ganz wenige Intumeszenzen auf und zwar nur auf Blättern, die noch im Lichte nahezu erwachsen waren und von denen zu erwarten gewesen wäre, dass sie, im Lichte belassen, in wenigen Tagen solche Gebilde gezeigt hätten. Auf Blättern von *Ruellia formosa*, die im Dunkeln heranwuchsen, habe ich nie Intumeszenzen gesehen.

---

1) E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, l. c.

2) P. SORAUER, Einige Beobachtungen bei der Anwendung von Kupfermitteln gegen die Kartoffelkrankheiten. Zeitschr. für Pflanzenkrankh., 1893, Bd. III, S. 36.

III. Intumeszenzen bei Aphelandra Porteana Morel.

Intumeszenzen finden sich auch auf einer anderen Acanthacee, auf *Aphelandra Porteana* Morel. Die Blätter dieser Pflanze sind auf ihrer Unterseite, so lange im Warmhause nicht geheizt wird, ganz bedeckt von Intumeszenzen, welche etwa doppelt so lang werden wie jene bei *Ruellia formosa* und mit diesen in entwicklungsgeschichtlicher und ätiologischer Beziehung übereinstimmen. Sind sie vertrocknet, so erscheint die Blattunterseite einige Zeit hindurch wie mit dunklen Haaren bedeckt. Auf dieser Pflanze erscheinen die Intumeszenzen auch auf den Stengeln, soweit diese noch mit Epidermis bedeckt sind.

Auf der Blattoberseite fand ich bei dieser Pflanze keine derartigen Wucherungen. Doch erscheinen sie auch hier, wenn ein Blatt mit seiner Oberseite der beständig feuchten Innenwand der durch Wasser abgesperrten Glasglocke anlag. Manche von diesen Intumeszenzen hatten einen drei- bis viermal so grossen Durchmesser als die anderen.

An untergetauchten Blättern bildeten sich auch hier keine Intumeszenzen.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass sich auf den Intumeszenzen sehr oft Algen und niedere Pilze ansiedeln. Auch stellen sich auf den an Intumeszenzen reichen Blättern häufig Blattläuse ein, und es scheint mir, dass diese nicht bei der Entstehung dieser Wucherungen beteiligt sind.

Zusammenfassung.

I.

1. Bei *Ruellia formosa* Andrews entstehen auf beiden Seiten der Blätter Intumeszenzen durch Hyperplasie, an ihrem Aufbau beteiligen sich Epidermis und Mesophyll. An der Blattunterseite bilden sich auch Intumeszenzen, die nur aus dem Mesophyll hervorgehen. Diese entstehen dann unter einer Spaltöffnung oder unter einer Gruppe von Spaltöffnungen und durchbrechen die Epidermis.

2. Beide Arten von Intumeszenzen entstehen durch Einwirkung feuchter Luft, wenn die Luftfeuchtigkeit in dem betreffenden Raume um ein Bedeutendes erhöht wird. Nach ungefähr sechs Wochen aber bildet die Pflanze keine solchen Wucherungen mehr, sie ist dann an diesen Feuchtigkeitsgrad gleichsam angepasst. Diese entstehen erst wieder, wenn die Pflanze einige Zeit, ungefähr drei Wochen, in trockener Luft gehalten und dann wiederum in feuchtere Luft gebracht wird.

3. Unter Wasser bilden sich bei *Ruellia formosa* keine Intumeszenzen. Im Dunkeln entstehen sie nur in den ersten Tagen der Verdunkelung und nur dann, wenn die betreffenden Pflanzen sich,

solange sie noch belichtet waren, unter derartigen Verhältnissen befanden, dass in Kürze das Erscheinen von Intumeszenzen zu erwarten gewesen wäre.

4. Durch Verwundung oder Vergiftung konnte ich keine solchen Wucherungen hervorrufen.

II.

Auf Blättern und Stengeln von *Aphelandra Porteana* Morel kommen ganz ähnliche Intumeszenzen vor wie bei *Ruellia formosa*.

Zum Schlusse erlaube ich mir Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH für die vielfachen Anregungen, die er mir bei dieser Arbeit zuteil werden liess, meinen wärmsten und innigsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Assistenten Dr. O. RICHTER danke ich vielmals für das Interesse, das er meiner Arbeit entgegenbrachte.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. deutschen Universität.

Erklärung der Abbildungen[1]).

Fig. 1. Blatt von *Ruellia formosa* mit Intumeszenzen (Oberseite). Natürl. Grösse.

Fig. 2—5 Querschnitte durch ein solches Blatt:

„ 2. Epidermis der Blattoberseite: Beginn der Intumeszenzenbildung. Vergr. 230.

„ 3. Intumeszenz auf der Blattoberseite, ganz entwickelt. Vergr. 92.

„ 4. Beginn der Intumeszenzenbildung auf der Blattunterseite. Vergr. 230.

„ 5. Intumeszenz auf der Blattunterseite, vollständig entwickelt. Vergr. 92.

„ 6. Blatt von *Aphelandra Porteana* (Unterseite) mit Intumeszenzen in allen Entwicklungsstadien. $^2/_3$ der natürl. Grösse.

---

15. B. Němec: Über Regenerationserscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 9. März 1905.

Die Phanerogamenwurzeln vermögen, wie aus CIESIELSKI's und PRANTL's Angaben hinlänglich bekannt ist, wenn sie des äussersten Spitzenteiles beraubt werden, die Spitze ziemlich leicht zu regenerieren. SIMON hat jüngst hierüber eingehendere Untersuchungen angestellt. Auch nach einer Längsspaltung regenerieren die beiden

---

[1]) Für die Herstellung der Fig. 1 bin ich Herrn stud. phil. V. LANGHANS, für die Durchführung der Photographien Herrn stud. phil. F. RUTTNER zu grossem Danke verpflichtet.

Längshälften (PRANTL, LOPRIORE, SIMON), die Wurzel hat dann zwei Spitzen. Ich habe, von ganz bestimmten Fragestellungen ausgehend, untersucht, wie die Regenerationsvorgänge an Wurzelspitzen vor sich gehen werden, denen ein relativ kleiner Teil ihres meristematischen Teiles abgeschnitten wurde. Sodann wurde an Versuche herangeschritten, wo die Wurzelspitze durch seitlich in verschiedenen Richtungen geführte Schnitte angeschnitten wurde, ohne dass die Wurzel der Spitze beraubt war. An dieser Stelle soll ganz kurz vorläufig über die Resultate einiger Versuche referiert werden, welche einerseits für die Lehre von den Regenerationsvorgängen, andererseits auch für die Statolithentheorie des Geotropismus von Interesse sind. An einer anderen Stelle werde ich ausführlich und in Anlehnung an die nötigen Figuren über die betreffenden Versuche referieren.

1. Wird die Wurzelspitze von *Vicia Faba* durch einen etwa 1 *mm* langen Medianschnitt halbiert und wird hierauf durch einen Querschnitt die eine Hälfte entfernt, so regeneriert nicht nur die übrig gebliebene Hälfte, sondern es bildet sich auch eine neue Wurzelspitze an der durch den Querschnitt gebildeten Fläche. Vier Tage nach der Operation hat man also eine Wurzel, welche zwei Spitzen besitzt. Die eine sitzt seitlich 3—6 *mm* hinter der terminalen Spitze der Streckungszone an. Beide Spitzen haben eine Haube mit leicht beweglichen Stärkekörnern. Geotropische Versuche, insbesondere solche mit invers gestellten Wurzeln lehren, dass die Streckungszone erst dann in Ruhe ist, wenn beide Spitzen die geotropische Ruhelage erreicht haben.

2. Die Wurzelspitzen wurden oberhalb der äussersten Haubenspitze durch einen ein wenig über die Mitte (jedoch nie über das ganze Plerom) geführten Einschnitt verwundet. Schon 60 Stunden nach der Verwundung erschien in den Periblemzellen oberhalb des Einschnittes reichliche Statolithenstärke, hierauf begann sich an dieser Wundfläche eine neue Wurzelspitze zu bilden. Die ursprüngliche Wurzelspitze krümmt sich zur Seite, in ihrer Haube verschwindet allmählich die Statolithenstärke. Die neue Spitze beginnt allmählich zu wachsen und ersetzt in den meisten Fällen die ursprüngliche Wurzelspitze, welche noch lange als ein nicht mehr wachsendes Anhängsel seitlich der Wurzel ansitzend angetroffen wurde. Seltener wächst nicht nur die neue Wurzelspitze, sondern auch die alte, wobei jedoch diese meist schwächlicher erscheint. Selten wachsen beide Spitzen gleich stark, die Wurzel erscheint dann wie gegabelt. Wird der Einschnitt höher geführt, so erscheinen bloss Anfänge eines Regenerationsvorganges, der jedoch meist bald eingestellt wird, und die ursprüngliche Wurzelspitze fungiert weiter. Werden mehrere Einschnitte übereinander gemacht, so wird im allgemeinen bloss ein

neuer Vegetationspunkt, der eines Weiterwachstums fähig ist, gebildet. Wenn die Schnitte von gegenüberliegenden Seiten und gleich tief etwas über die Mitte der Wurzel geführt werden, so bilden sich an beiden Einschnitten Anlagen zu neuen Wurzelspitzen, es wächst jedoch bloss die der ursprünglichen Wurzelspitze näher gelegene Anlage weiter. Hierin äussert sich eine Polarität, die sonst durch die verschiedene Tiefe der Einschnitte sich leicht verdecken lässt. Werden in gleicher Höhe von entgegengesetzten Seiten zwei seitliche, etwa bis in ein Drittel des Pleroms eindringende Quereinschnitte geführt, so beginnen sich an beiden Einschnitten neue Wurzelspitzen auszubilden, es wächst tatsächlich bloss eine heran und ersetzt meist auch die ursprüngliche Spitze.

Die Polarität äussert sich noch in einem anderen Umstande. Immer erscheinen nämlich die Regenerationsvorgänge an der akroskopen Wundfläche, die Zellen der basiskopen (d. h. dem Vegetationspunkt näher gelegenen, unteren) Wundfläche wachsen bloss kallusartig heran.

Die geotropische Krümmungsfähigkeit kehrt in derartig verwundeten Wurzelspitzen schon ein paar Stunden nach der Verwundung zurück. Da reagieren dann alle Wurzeln geotropisch. 48 Stunden nach der Verwundung erscheinen im Periblem oberhalb des Einschnittes Zellen, die Stärkekörner enthalten; dieselben folgen jedoch meist noch nicht dem Zuge der Schwerkraft und sind meist um den Kern herum angehäuft. Zur selben Zeit besitzt die ursprüngliche Haube noch ziemlich reichliche Statolithenstärke, obzwar dieselbe im Vergleiche mit ganz normalen Wurzelspitzen sichtlich in Abnahme begriffen ist. Nach weiteren 24 Stunden erscheint die Stärke in den kallusartig anwachsenden Zellen oberhalb des Einschnittes schon als deutliche Statolithenstärke, d. h. sie fällt prompt in die physikalisch unteren Teile der Zelle über. Unterdessen ist die Stärke in den ursprünglichen Hauben meist verschwunden. Es gibt zwischen diesen beiden Stadien (48 und 72 Stunden nach der Verwundung) in einigen Wurzeln ein kritisches Stadium, wo die sich neu bildende Wurzelspitze noch nicht bewegliche Stärke, die alte Wurzelspitze keine Stärke mehr enthält. Zu dieser Zeit reagieren derartige Wurzelspitzen nicht geotropisch. Das äussert sich in den Versuchen so, dass 12 Stunden nach der Verwundung alle Wurzeln geotropisch reagieren. 60 bis 66 Stunden nach der Verwundung reagieren einige Wurzeln nicht (bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich, dass es eben Wurzeln sind, welche keine Statolithenstärke besitzen; wohl besitzen sie oberhalb der Verwundung Stärkekörner, dieselben folgen jedoch nicht dem Zuge der Schwerkraft); 72 Stunden nach der Verwundung reagieren wiederum alle Wurzeln geotropisch. Obzwar zu dieser Zeit an der akroskopen Wundfläche noch nicht eine neue

Wurzelspitze herausgebildet ist und die Statolithenstärke lediglich in vergrösserten, seit der Verwundung meist nicht geteilten Zellen erscheint, könnte es sich doch bei der Wiederkehr der geotropischen Reaktionsfähigkeit um die Herstellung des tonischen Einflusses der sich neu bildenden Spitzen handeln, deren Bildung zu dieser Zeit durch einige Teilungen eingeleitet werden kann, wogegen die ursprüngliche Wurzelspitze ihre Weiterentwicklung schon meist eingestellt hat (sie enthält schon ziemlich spärliche Teilungen). Aber es könnte die Wiederkehr der geotropischen Reaktionsfähigkeit (eigentlich die Perzeptionsfähigkeit) auch mit dem Erscheinen der Statolithenstärke zusammenhängen. Jedenfalls kehrt die geotropische Krümmungsfähigkeit der Wurzeln früher zurück als eine neue Spitze ausgebildet ist. Der ursprünglichen Wurzelspitze kommt dabei keine Bedeutung zu.

3. Es wurde wie in den soeben angeführten Versuchen ein etwas über die Mitte der Wurzel reichender Quereinschnitt geführt, sodann oberhalb desselben ein schief nach unten geführter, bis zur Mitte gehender Schnitt, so dass aus der Wurzel ein im Längsschnitt *Δ*-ähnliches Stück herausgeschnitten wurde. Es wurde dann meist keine neue Vegetationsspitze gebildet, die ursprüngliche Spitze fungierte ohne durch eine Regenerationsbildung ersetzt zu werden. Wohl erschienen in den bei der schief verlaufenden Wundfläche liegenden Zellen Stärkekörner, dieselben waren jedoch nicht unter dem Einfluss der Schwerkraft beweglich. Zur Ausbildung einer Statolithenstärke an der Wundfläche kam es überhaupt nicht. Die ursprüngliche Haube behielt auch dauernd ihre Statolithenstärke, und die Wurzeln behielten ihre geotropische Reaktionsfähigkeit, nachdem sie dieselbe nach Vorübergang des Wundshocks wieder erreicht hatten.

4. Die Wurzeln wurden durch blosse schiefe und zwar zunächst von oben nach unten bis zur Mitte der Wurzel führende Einschnitte verwundet. Es kam zu keiner Neubildung einer Wurzelspitze, die Wurzel verblieb nach dem Vorübergang des Wundshocks geotropisch. Wurde jedoch der schiefe Einschnitt tiefer (etwas über die Mitte) geführt, so bildete sich dicht neben seinem Ende eine neue Wurzelspitze mit einer neuen Statocytengruppe aus. Die ursprüngliche Haube verlor allmählich ihre Statolithenstärke, unterdessen bildete sich jedoch neue Statolithenstärke unter dem neuen Vegetationspunkt aus.

5. Wurde die Wurzel durch einen schiefen, von unten nach oben geführten Einschnitt verwundet, der etwa in der Höhe des Vegetationspunktes oder des Transversalmeristems einsetzte und etwas über die Mitte des Wurzelkörpers geführt wurde, so wurde wie nach einem Quereinschnitt die ursprüngliche Wurzelspitze zur Seite ge-

schoben und durch eine neue ersetzt, die aus dem V-förmigen Wurzellappen entstanden ist.

In diesem Teile der Wurzel erscheint sehr früh, schon 48 Stunden nach der Verwundung, in den ein bischen verlängerten Periblemzellen Statolithenstärke, und zwar zu einer Zeit, wo auch die Haube der ursprünglichen Wurzelspitze noch Statolithenstärke besitzt. Diese verschwindet allmählich, und die ursprüngliche Wurzelspitze stellt ihr Wachstum ein. Auch hier verlieren die Wurzeln nach Ablauf des Wundshocks ihre geotropische Reaktionsfähigkeit nicht. Wenn die Statolithentheorie des Geotropismus richtig ist, so besitzt die Wurzel etwa 48 Stunden nach der Verwundung zwei Organe zur Perzeption des Schwerereizes: Die ursprüngliche Haube und den neuen Statocytenkomplex in dem V-förmigen Wurzellappen. Es wird nun interessant sein zu erfahren, wie die Resektion eines von diesen Organen auf die geotropische Reaktion einwirken wird. Immer hat die Resektion einen Wundshock zur Folge, diejenige des V-förmigen Lappens jedoch einen längeren, als wenn die ursprüngliche Spitze abgeschnitten wird. In dieser gibt es schon ziemlich wenig Teilungen, in dem V-förmigen Lappen erscheinen relativ viele, und er ist als Anlage einer neuen Wurzelspitze zu betrachten. Dass ihm als solchem ein spezifischer Einfluss auf die Reizbarkeit der Wurzel zukommt, erhellt daraus, dass nach seiner Abtrennung der Wundshock lange andauert. Sowohl die alte Haube, als auch der V-förmige Lappen enthalten Statolithenstärke. Bei dem Abschneiden der beiden Spitzen handelt es sich jedoch nicht bloss um Folgen der Abtrennung von Statolithenstärke enthaltenden Zellen. Sofort nach Ablauf des Wundshocks hat die Wurzel die Fähigkeit geotropisch zu reagieren, einerlei ob sie die ursprüngliche Spitze oder die aus dem Seitenlappen sich neu bildende besitzt, wenn nur dieselben Statolithenstärke besitzen. Somit kann der Seitenlappen die Wurzelspitze bei der geotropischen Reaktion ersetzen, und zwar in diesem Falle früher als überhaupt irgendwelche mit der Regeneration der Spitze in direktem Zusammenhang stehende Teilungen erschienen sind.

6. Es wurden auch Versuche über die Regenerationsfähigkeit von Farnwurzeln angestellt. Es wurden dazu die dicken Adventivwurzeln von *Asplenium decussatum*, *Diplazium pubescens*, *Pteris arguta* und *Blechnum brasiliense* benutzt. Den Wurzeln wurde die Spitze durch einen Querschnitt abgetrennt. Die Folge davon war eine beträchtliche Wachstumshemmung, und zwar auch bei den Wurzeln, die bloss der Haube beraubt wurden. Wurzeln, welche der Spitze durch einen hinter der Terminalzelle geführten Schnitt beraubt wurden, regenerierten in keinem Falle dieselbe, obzwar sie eine längere Zeit (bis zwei Wochen) wachsen konnten und zahlreiche neue Zellen produzierten. Die Regenerationsvorgänge waren nie vollständig und

liefen nur auf eine Art Wundheilung hinaus. Nach der Dekapitation erschien zunächst in den der Wundfläche nahe liegenden Zellen eine rege Teilung, sodann verlängerten sich die der Wundfläche anliegenden Zellen kallusartig, obzwar nicht allzu auffallend, und ihre Teilung hörte bald auf. Derartiges Wundgewebe bildete sich auch aus weiteren Zellen, und so erschienen an der Wundfläche mehrere Zellschichten ohne Teilung und kallusartig ausgebildet, wogegen in den weiteren Teilen der Wurzelspitze eine beträchtlich längere Zone meristematisch blieb und zahlreiche Zellteilungen aufwies. Besonders im Plerom war die Grenze zwischen dem Wundgewebe und dem meristematischen Teile ziemlich scharf und auffallend. Das Gewebe, welches aus plasmareichen Zellen besteht und zahlreiche Kernteilungen aufweist, bildet im Plerom eine Art Transversalmeristem, es unterscheidet sich jedoch prinzipiell vom wirklichen Transversalmeristem dadurch, dass es bloss Zellen an das Plerom abgibt. Im Periblem lässt sich nur schwer eine solche Teilungszone nachweisen. Der kallusartige Teil verlängert sich immer mehr, allmählich sinkt auch die Zahl der Teilungen im meristematischen Teile, welcher schliesslich ganz verschwindet, d. h. in ein Dauergewebe übergeht. Die Teilungsfähigkeit aller Zellen einer der Terminalzelle beraubten Wurzelspitze ist daher begrenzt, ebenso natürlich das Längenwachstum. Es wird hier die Terminalzelle nicht regeneriert, obzwar die Verwundung auch hier besondere Differenzierungsvorgänge zur Folge hat.

Da sich hier ursprünglich die Statolithenstärke nur in der Wurzelhaube befand, so wird der Wurzel durch Abschneiden der Wurzelspitze alle Statolithenstärke genommen. Es wird nun im weiteren Entwicklungsgange der dekapitierten Wurzel keine neue Wurzelhaube gebildet, es erscheint auch keine Statolithenstärke, und obzwar an solchen Wurzeln im Verlaufe von zwei bis drei Wochen ein Zuwachs von 1—2 *cm* beobachtet wurde, so erwiesen sich dieselben nach der Verwundung als völlig ageotropisch.

Das darf allerdings nicht ohne weiteres als ein für die Richtigkeit der Statolithentheorie des Geotropismus sprechendes Faktum aufgefasst werden, denn eben hier könnte das Ausbleiben des Geotropismus — da die abgeschnittene Wurzelspitze überhaupt nicht regeneriert wird — mit der Abwesenheit der Wurzelspitze tonisch zusammenhängen, wogegen in den Fällen, wo die Spitze regeneriert wird, die Rückkehr des Geotropismus mit dem Einsetzen der Regeneration im Zusammenhang stehen könnte. Dass es hier jedoch auf die Ausbildung der Statolithenstärke ankommt, machen Versuche mit schief von unten nach oben eingeschnittenen Wurzeln wahrscheinlich.

Die vorliegenden Tatsachen erlauben den Schluss, dass die Statolithenstärke und die ihre Beweglichkeit ermöglichenden Eigenschaften der betreffenden Zellen keine notwendigen Nebenerscheinungen der Lebensvorgänge in der Wurzelspitze vorstellen, sondern dass die Pflanze auf die Ausbildung derartiger Stärke gewissermassen spezifisch hinarbeitet. Darauf lassen nicht nur die oben kurz mitgeteilten Versuche, sondern auch die neueren Erfahrungen über ageotropische Wurzeln (HABERLANDT, TISCHLER) schliessen. Ich habe mich sicher davon überzeugt, dass in seitlich angeschnittenen Wurzeln die Statocyten mit ihren Statolithen sich zu einer Zeit zu differenzieren beginnen, wo noch keine Regeneration stattgefunden hat, ja wo noch keine Zellteilung vor sich gegangen ist, die mit der Regeneration in direktem Zusammenhang stände. Die Frage, welche Bedeutung den Statolithen und Statocyten zukommt, erscheint mir daher wohl berechtigt und die Statolithentheorie als die derzeit befriedigendste Antwort.

Die Regeneration geht bei seitlichen Quereinschnitten so vor sich, dass sich in jüngeren Teilen der Wurzelspitze alle Gewebe an ihr beteiligen, in älteren Teilen kommt offenbar dem Perikambium und den demselben anliegenden Rinden- und Pleromzellen eine besonders grosse Bedeutung zu. Die Versuche beweisen, dass die Regeneration nicht nur durch völlige Abtrennung der Wurzelspitze, sondern auch dann ausgelöst wird, wenn die Hälfte oder der grössere Teil des Pleroms durchschnitten wird. Ein kleiner Einschnitt löst keine Regeneration aus, es erscheinen bloss auf eine Wundheilung hinzielende Vorgänge. Auch ein ringsherum gehendes Durchschneiden der Rinde löst keine Regeneration aus. Weiter ist wichtig zu bemerken, dass der Einschnitt, durch welchen der Zusammenhang der Pleromelemente unterbrochen wird, nicht einheitlich sein muss, denn wenn in gleicher Höhe zwei Einschnitte von entgegengesetzter Seite etwa in ein Drittel des Pleromdurchmessers geführt werden, so wird ebenfalls eine Neubildung der Spitze an einer von den oberen Wundflächen hervorgerufen. Es ist sehr wohl möglich, dass es da in erster Reihe auf ein Durchschneiden der peripheren Elemente des Pleroms (oder des Perikambiums, eventuell auch der inneren Rindenschichten) ankommt. Wenn dies richtig ist, so handelt es sich in diesem Fall nicht um Regenerationsvorgänge, die lediglich durch eine Veränderung der Stoffleitung hervorgerufen wären.

Jedenfalls kann die Spitze mit dem Wurzelkörper noch durch zahlreiche Zellreihen, die allen drei Gewebesystemen angehören, zusammenhängen — und es tritt dennoch eine Neubildung der Spitze auf. Ich habe Fälle beobachtet, wo dieser Zusammenhang durch die Hälfte der Dermatogen-, Periblem- und Pleromzellen vermittelt wurde, und dennoch wurde an der oberen Wundfläche eine neue Spitze angelegt. Dieselbe stellte in einigen Fällen ihr Wachstum dann ein, und die alte Spitze setzte ihr Wachstum wie vorher fort, in anderen

Fällen wuchs die neue Spitze dagegen mit derselben Intensität fort wie die alte. Die Wurzel sah wie gegabelt aus. Wenn der Einschnitt tiefer geführt wurde, so krümmte sich die alte Spitze zur Seite, und die neue nahm ihre Richtung und Beschaffenheit an. Die alte Spitze stellt ihr Wachstum ein, auch unterbleibt ihre innere Differenzierung. Aber man kann dieselbe zu erneutem Wachstum anregen, wenn man die neue Spitze abschneidet. Dies unterbleibt, wenn der Zusammenhang der alten Spitze mit der Wurzel bloss durch Periblem- oder Dermatogenelemente vermittelt wird, und weiter, wenn von der neuen Spitze nur soviel abgeschnitten wird, dass eine direkte Regeneration möglich ist. Die direkte Regeneration wird daher durch das Vorhandensein von wachstumsfähigen homologen Organen in der nächsten Nachbarschaft der dekapitierten Spitze nicht verhindert. Wird jedoch der neuen Spitze soviel abgeschnitten, dass bloss eine partielle Regeneration (nach SIMON's Bezeichnung) möglich ist, so nimmt die alte Spitze ihr Wachstum wieder auf, und die partielle Regeneration bleibt in ihren Anfängen stocken. Darin besteht ein bedeutender Unterschied zwischen der direkten und partiellen Regeneration. Wird die ruhende alte Spitze zu erneutem Wachstum angeregt, so lagert sich in der Columella ihrer Haube wieder Stärke ab, die leichtbeweglich ist. Bevor dies geschehen ist, wächst die Wurzel ohne einer geotropischen Reaktion fähig zu sein.

Es wurde schon betont, dass die Bildung des Statocytenkomplexes mit der Regeneration einer geotropischen Wurzelspitze innig zusammenhängt und dass seine Ausbildung spezifisch angestrebt wird. Das erscheint besonders auffallend in einigen Fällen, wo die Wurzel durch schräg von oben geführte, etwas über die Mitte des Pleroms reichende Einschnitte verwundet wird. Da bildet sich zuweilen eine neue Wurzelspitze so aus, dass sich neben dem Ende des Einschnittes die Zellen der intakten Flanke der Wurzelspitze kallusartig verlängern und statocytenartig entwickeln. An der Grenze zwischen dieser Zone und dem oberen meristematischen Teile der Wurzel differenziert sich ein neues Transversalmeristem. Die alte Spitze wird abgeworfen, sie wird von dem Wurzelmeristem durch die „provisorische Haube“ getrennt, welche hier interkalar, ohne direkt durch Verwundung ausgelöst zu werden, gebildet wird. Aus diesen Versuchen ist auch zu ersehen, dass die neue Spitze nicht direkt an der Wundfläche gebildet werden muss. Sie kann interkalar angelegt werden, wenn durch die Verwundung der Zusammenhang zwischen dem Wurzelkörper und der Spitze unter eine bestimmte minimale Grenze gesunken ist.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der k. k. böhmischen Universität.

16. W. Zopf: Vielkernigkeit grosser Flechtensporen.

Eingegangen am 10. März 1905.

Die Schlauchsporen von *Mycoblastus, Ochrolechia* und *Pertusaria* stellen bekanntlich einzellige Gebilde von ellipsoidischer bis eiförmiger Gestalt dar, die im Vergleich zu den einzelligen Sporen der übrigen Flechten eine sehr stattliche Grösse erreichen; denn der grösste Durchmesser kann schon bei den kleineren Formen bis auf 100, bei den grösseren aber bis auf 250 μ steigen.

Es lässt sich wohl von vornherein erwarten, dass die Lebenstätigkeit so grosser Cytoplasten von einer Mehrzahl von Kernen beherrscht wird. Eine gelegentliche Untersuchung frischer, ejakulierter reifer Schlauchsporen von Vertretern der oben genannten drei Gattungen fiel im Sinne dieser Vermutung aus: es sind tatsächlich zahlreiche kleine Kerne vorhanden.

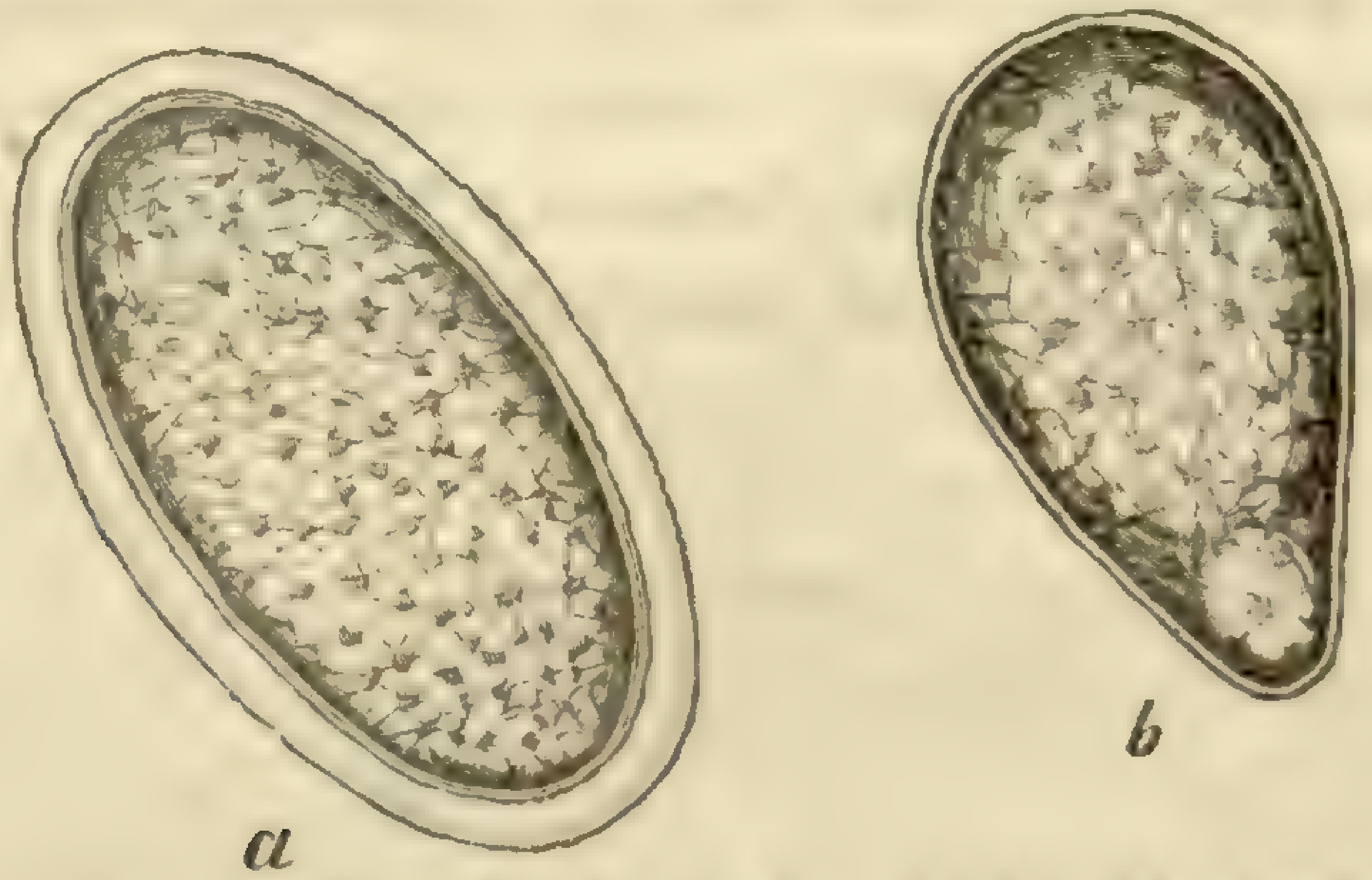


Fig. 1. *a* Vielkernige Spore von *Mycoblastus sanguinarius*. *b* Eine ebensolche von *Ochrolechia pallescens*; nach Lebendfärbung mit Methylenblau. Vergr. 540.

Infolge ihres schwachen Lichtbrechungsvermögens lassen sie sich nur mit Hilfe von Färbungen nachweisen. Doch scheint nach meinen Versuchen eine Vorbehandlung der Sporen mit den üblichen fixierenden Agentien das Färbungsresultat wenig günstig zu gestalten. Dagegen erwies sich als vorzüglich geeignet Lebendfärbung, mit sehr stark verdünnter wässeriger Methylenblaulösung vorgenommen.

Infolge der Bildung mächtiger Fettmassen wird das Plasma auf einen relativ dünnen Wandbelag reduziert, die Kerne kommen daher annähernd in dieselbe Hohlfläche zu liegen und treten infolgedessen um so deutlicher hervor. Sie liegen in annähernd gleichen Abständen von einander und sind durch feine, schwach gefärbte Stränge verbunden.

Im Vergleich zu *Ochrolechia pallescens* weist *Mycoblastus sanguinarius* etwas grössere Kerne auf.

Da man die Kerne an der dem Auge zugewandten Seite des Plasmabelages direkt zählen kann, so ist eine annähernde Schätzung der Kernzahl des ganzen Belages möglich. So dürfte die Kernzahl der in Fig. 1*a* dargestellten Spore von *Mycoblastus sanguinarius* etwa 300 bis 400 betragen, die der in Fig. 1*b* abgebildeten Spore von *Ochrolechia pallescens* auf etwa 150 bis 200 zu schätzen sein. Die Pertusarien weisen ähnliche grosse Kernzahlen auf.

Vorstehende Befunde stehen im Einklang mit der bereits von TULASNE[1]) gefundenen, von DE BARY[2]) bestätigten und näher ausgeführten Tatsache, wonach die Sporen von *Ochrolechia*, *Pertusaria* und *Mycoblastus* bei der Keimung eine grosse Anzahl von Keimschläuchen entwickeln (es werden 50 bis 100 angegeben). Da diese Keimschläuche sehr schmal sind, so versteht man, warum in den Sporen so kleine Kerne erzeugt werden, wie ich sie eben nachwies. Grössere Kerne würden in so schmale Keimschläuche überhaupt nicht eintreten können[3]), zumal die Keimporen an der Membran der Spore, speziell bei *Pertusaria De Baryana*, wie aus den Figuren DE BARY's hervorgeht, von auffälliger Enge sind.

---

17. C. Wehmer: Unabhängigkeit der Mucorineengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe.

Eingegangen am 17. März 1905.

Die Mucorineengärung nimmt zurzeit bekanntlich insofern eine besondere, von der durch Saccharomyceten erregten verschiedene Stellung ein, als für ihr Eintreten Sauerstoffehlen als erforderlich gilt. Beliebter Versuchspilz war da insbesondere *Mucor racemosus* Fres., der auf Grund der früheren Mitteilungen von BAIL, FITZ, REES, PASTEUR, BREFELD und anderen bei Luftzutritt den gebotenen Zucker zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, bei Abschluss des Sauerstoffs jedoch Alkoholgärung erregt (intramolekulare Atmung[4]), und zwar lediglich in der Form der sogenannten „Kugelhefe“ (Mucorhefe), so dass Gärung, Luftabschluss und Kugelhefe zu einander in enge Beziehung gesetzt wurden. Auch bei anderen *Mucor*-Arten hat man dann bekanntlich mit Vorliebe nach einer gärungserregenden Kugelhefe gesucht.

---

[1]) Mémoire sur les Lichens. Ann. sc. nat., 3. sér., XVII.

[2]) PRINGSHEIM's Jahrbücher V, S. 201.

[3]) Sie müssten denn, was im vorliegenden Falle wohl nicht zutrifft, amöboid sein.

[4]) Über Näheres: JOST, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie. 1904. S 257; LAFAR, Technische Mykologie. 1. Aufl., 2. Bd, 1901, S. 431; auch PFEFFER, Pflanzenphysiologie. 2. Aufl., 1897, Bd. 1, S. 556.

Dass bei derartigen einen einzelligen Sprosszustand bildenden Mucorineen keineswegs dieser das spezifisch gärungserregende ist, zeigte ich bereits[1]) für *Mucor javanicus* Wehm., *Mucor spinosus* van Tiegh. u. a., die Alkohol bildende Fähigkeit kommt den gesamten Zellen des Pilzes, also auch dem gewöhnlichen Mycel, zu. Nunmehr habe ich auch den mir damals nicht zur Verfügung stehenden *Mucor racemosus* — den ich der Freundlichkeit von Herrn Professor Dr. E. CHR. HANSEN verdanke — genauer untersucht, und bin da meiner Erwartung gemäss zu dem gleichen Resultat gekommen. Es lag nahe, bei dieser Gelegenheit auch den Sauerstoffeinfluss nochmals in die Untersuchung zu ziehen und das Verhältnis von Gärung und Kugelhefe zum Sauerstoff zu studieren. Über den Ausfall dieser Versuche teile ich hier kurz folgendes mit.

1. Die durch den „wirklichen“ *Mucor racemosus* — der von den älteren Forschern benutzte Pilz ist heute überhaupt nicht mehr zu identifizieren — erregte Alkoholgärung ist von der Kugelhefeentstehung ganz unabhängig, man erhält jederzeit mit dem gewöhnlichen Mycel die gleiche Gärung und dieselben Alkoholzahlen.
2. Bedingung der Kugelhefeentstehung ist allerdings Luftabschluss, aber sie erfolgt bei *Mucor racemosus* keineswegs in dem früher behaupteten Umfange, zumal genügt dazu nicht einfaches Untertauchen von Sporen oder Mycelien in gärfähige Flüssigkeiten.
3. Die Alkoholbildung ist dagegen vom Luftabschluss unabhängig, sie erfolgt ebensowohl bei ungehindertem Sauerstoffzutritt; schon hiernach kann sie nicht von der Mucorhefeentstehung abhängig sein. Das gilt sowohl für *Mucor racemosus* wie für *Mucor javanicus.*

Zurzeit ist mir eine ganz befriedigende Auseinandersetzung mit den Resultaten früherer Forscher noch nicht möglich, ein kritisches Eingehen ist hier auch nicht am Platze[2]), und ich begnüge mich mit Aufzählung der für meine Folgerungen massgebenden Beweise.

---

1) „Über Kugelhefe und Gärung bei *Mucor javanicus*“. Centralbl. für Bakter. II. 1904, Bd. 13, S. 277.

2) Der letzte Bearbeiter des *Mucor racemosus* (KLEBS, Fortpflanzungsphysiologie, 1896, S. 522) sagt da wörtlich „allmählich tritt (bei 10 *mm* Luftdruck) ein Mangel an Sauerstoff ein, die Hyphen beginnen den Zucker zu vergären und nehmen dann die charakteristischen Formen an“. Anscheinend ist auch hier — ein anderer Beweis ist nicht angeführt — aus der Gasentbindung auf Gärungseintritt geschlossen.

Den Beweis für Punkt 1 liefern Versuche im EINHORN'schen Gärungsaccharometer. *Mucor racemosus* wie andere Arten gären hier, bevor sie Sprosszellen bilden, so dass der geschlossene Schenkel sich mit Gas füllt, ehe Sprossungserscheinungen auftreten. Ebenso fehlen letztere in gärfähigen Flüssigkeiten mit grosser Oberfläche; trotzdem der Pilz hier nur als Mycel wächst, lässt sich durch Destillation ohne weiteres reichlich Alkohol nachweisen.

Einen Beweis für den 2. Punkt liefert fast jede beliebige Kultur des Pilzes in Flüssigkeiten; das Wachstum als untergetauchtes Mycel ist überhaupt der normale Zustand — *Mucor*-Arten erheben sich stets nur mit den Sporenträgern über die Flüssigkeit — Zerfall desselben in Kugelzellen ist hier die Ausnahme, selbst bei Absperren der Luft (Gärverschluss) tritt erst nach langer Zeit partielle „Hefebildung" ein, die andererseits auch in sehr tiefen Flüssigkeitsschichten mit unzureichender Sauerstoffversorgung durch eingeleiteten Luftstrom experimentell sicher ausgeschlossen wird. Übrigens ist die Kugelhefebildung nicht Ursache, sondern erst „Folge" der Gärung, d. h. nur eine gärfähige Zuckerart ermöglicht bei Luftabschluss das als Sprossung zum Ausdruck kommende bescheidene Wachstum.

Der Beweis für Punkt 3 ist experimentell unschwer zu führen. Man kultiviert dazu entweder in sehr niedriger Flüssigkeitsschicht (weite Doppelschalen, etwa 0,2—0,5 *cm* hoch mit Würze gefüllt) oder in Würzelösungen, durch die ein kontinuierlicher Luftstrom geht (gewöhnliche Glaskolben), beides ist also das Gegenteil von dem früher zwecks Hervorrufens der Gärung üblichen Absperren der Luft durch Quecksilber, Kohlensäure- oder Wasserstoffatmosphäre. Bei einiger Vorsicht gelingt es ohne weiteres steril zu arbeiten und jede Infektion auszuschliessen; es ist ja selbstverständlich, dass durch andere Mikroorganismen und zumal durch „echte" Hefe infizierte Versuche für Beurteilung dieser Frage wertlos sind. Das Durchleiten steriler Luft geschah in meinen Versuchen mittels Wasserstrahlpumpe. Neben dem Alkohol wurden auch erzeugte Pilzernte wie zersetzte Würzemenge bestimmt; einige der erhaltenen Zahlen seien hier aufgeführt:

Es bildete *Mucor racemosus* in rund vier Wochen (10—16°)[1] aus je 200 *ccm* verdünnter Bierwürze an Alkohol und Pilzsubstanz:

---

[1] Nach FITZ sollen Mucorgärungen eine höhere Temperatur (etwa 25—28°) verlangen, unter 15° aber „äussert langsam" verlaufen. Die Versuche von FITZ gingen trotzdem monatelang (4—7 Monate), während ich bei ± 13° sehr lebhafte Gärungen erhielt und in 3—4 Wochen (inklusive Nachgärung) auf bis über 5 pCt. Alkohol (*M. javanicus*) vergor. Es zeigt das so recht das Irreleitende älterer Angaben, die sich auch ja selten auf reines Material beziehen, also schwer kontrollierbar sind. Heute wird niemand derartige Gärungen direkt mit den von Pferdedünger genommenen Sporangien ansetzen.

	Alkohol Vol.-pCt.	Piltrockensubstanz *g*
a) Bei gewöhnlichem Watteverschluss des Gärkolbens . .	2,51	0,456
b) Bei Luftabschluss (durch Gärverschluss)	1,20	0,171
c) Bei kontinuierlichem Luftdurchleiten	2,51	0,708
d) In flacher Schale (20 *cm* Durchm. mit etwa 5 *mm* hoher Würzeschicht)	1,75	1,200

Mindestens macht es also für die Alkoholentstehung nichts aus, ob Luft spärlich, reichlich oder späterhin gar nicht vorhanden ist, der Pilz verbrennt bei Sauerstoffanwesenheit keineswegs den Zucker der Würze zu Kohlensäure und Wasser, und erzeugt selbst in der grossen Doppelschale bei sehr niedriger Flüssigkeitsschicht noch leicht nachweisbar Alkoholmengen[1]).

Ungleich gärkräftiger ist übrigens *Mucor javanicus*, der in den gleichen Versuchen ungefähr die doppelten Alkoholzahlen lieferte.

In den bei reichlichem Luftzutritt gehaltenen Kulturen des *Mucor racemosus* bleibt gleichzeitig jede Kugelhefebildung aus; dass hier das Wachstum besonders lebhaft und ergiebig ist, zeigen die Zahlen für das ermittelte Pilzgewicht, gleichzeitig fehlen sichtbare Gärungserscheinungen (Gasentbindung), die in allen anderen Versuchen auffallen. Möglich, dass dies an dem früheren Übersehen der Alkoholbildung bei Luftzutritt Anteil hat; vielleicht spielt aber auch eine andere Tatsache mit, nämlich die Zersetzbarkeit des Alkohols durch den Pilz, welche bei Experimenten, die sich viele monate- und selbst jahrelang hinziehen — das gilt tatsächlich für die älteren Untersuchungen — ins Gewicht fallen kann. Die Untersuchung dieser Frage ergab mir allerdings, dass beide genannten *Mucor*-Arten schon durch 3—5prozentige alkoholische Flüssigkeiten (mit Nährsalzen) merklich behindert werden, dass sie aber nichts destoweniger bereits binnen sieben Wochen nahezu die Hälfte des 3prozentigen Alkohols zersetzen können. Lebhaftes Wachstum und reichliche Sauerstoffversorgung müssen diesen Prozess naturgemäss beschleunigen.

Die durch die Mucorineen erregte Alkoholgärung stimmt hiernach hinsichtlich der Unabhängigkeit vom Luftabschluss ganz mit der der Saccharomyceten überein, von einer Absperrung des Luftsauerstoffes ist ihr Eintreten nicht abhängig.

---

1) Auf Einzelheiten komme ich in Kürze in der ausführlichen Arbeit zurück.

18. W. Zaleski: Beiträge zur Kenntnis der Eiweissbildung in reifenden Samen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 20. März 1905.

Die Umwandlung der stickstoffhaltigen Stoffe bei reifenden Samen hat bis jetzt nur wenig die Aufmerksamkeit der Physiologen, die sich mehr für die Frage über die Umsetzung dieser Stoffe bei dem Keimungsprozesse interessierten, auf sich gezogen.

Kellner[1]), Hornberger[2]), Emmerling[3]), Nedokutschajeff[4]) und Wasiljew[5]) haben gezeigt, dass beim Reifen der Samen Hand in Hand mit der fortschreitenden Zunahme von Eiweissstoffen eine stetige Abnahme von anderen, nicht eiweissartigen Stickstoffverbindungen, wie Amidosäuren, Amiden und organischen Basen vor sich geht. Wasiljew[6]) hat ausserdem durch qualitative Untersuchungen nachgewiesen, dass unreife Samen einiger Leguminosen ein Gemenge derselben Stickstoffverbindungen enthalten, die bei der Keimung der Samen auftreten. So z. B. hat dieser Forscher Asparagin, Phenylamin, Amidovaleriansäure, Hystidin und Arginin im unreifen Samen gefunden.

Schliesslich konstatierte Nedokutschajew[7]) im unreifen Samen einiger Getreidearten die Anwesenheit von Albumosen, die bei der Reifung derselben in echte Eiweissstoffe übergehen.

Durch diese Befunde werden unsere Kenntnisse über die Umwandlung von stickstoffhaltigen Stoffen beim Reifen der Samen erschöpft. Somit sind wir bis jetzt nur wenig unterrichtet über die chemische Natur der stickstoffhaltigen Stoffe, die in reifende Samen aus anderen Teilen der Pflanze übergehen, über weitere Umsetzungen derselben, die Bedingungen der Eiweisssynthese und die Verbindungen, aus denen sich Eiweissstoffe bilden, wie überhaupt über die Umwandlungen, welche letztere beim Reifen der Samen erleiden.

---

[1]) Kellner, Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. VIII, 1. Suppl., 1879.

[2]) Hornberger, Landwirtsch. Jahrbücher, Bd. XXI, 1882, und Landwirtsch. Versuchsstat., Bd. XXXI, 1885.

[3]) Emmerling, Landwirtsch. Versuchsstat., Bd. XXIV, 1880, Bd. XXXIV, 1887, Bd. LIV, 1900.

[4]) Nedokutschajew, Landwirtschaftl. Versuchsstationen, Bd. LVI, 1902, Bd. LVIII, 1904.

[5]) Wasiljew, Die Umwandlung der sticktoffhaltigen Stoffe in reifenden Leguminosensamen. Journal für experimentelle Landwirtschaft (russisch).

[6]) Wasiljew, l. c.

[7]) Nedokutschajew, l. c.

Es ist der Zweck vorliegender Mitteilung, einige Resultate mitzuteilen, die ich beim Studium der Frage der Eiweissbildung bei reifenden Samen erhalten habe.

Alle Forscher, die eine Umwandlung der stickstoffhaltigen Stoffe in reifenden Samen studiert hatten, verfolgten die quantitativen Veränderungen, welche verschiedene Stickstoffverbindungen, wie Eiweissstoffe, Amide, Amidosäuren und organische Basen mit dem Alter der Samen erleiden. In diesem Falle kann man nicht immer mit Bestimmtheit von der Verminderung der einen oder anderen Verbindung sprechen, da die Quantität der Trockensubstanz oder des Gesamtstickstoffes, auf die wir den Prozentgehalt anderer Stoffe beziehen, nicht konstant bleibt. Demnach ist es richtiger, das Verhalten von unreifen Samen zu studieren.

Unsere Versuche wurden mit reifenden Erbsen ausgeführt. Die Samen wurden aus den Hülsen genommen und in zwei gleichartige Teile mit einem scharfen Rasiermesser oder Skalpell zerlegt. Das Zerschneiden der Objekte hat den Zweck, die Eiweisssynthese zu befördern oder zu beschleunigen, da unsere früheren Untersuchungen[1]) gezeigt haben, dass die vermehrte Sauerstoffzufuhr, die durch Zerschneiden der Objekte bewirkt wird, eine grosse Rolle bei der Eiweisssynthese spielt.

Darauf wurde eine Portion (Kontrollportion) bei 70° getrocknet, eine andere aber mit einer Glasglocke bedeckt und ins Dunkle gebracht. Unter die Glasglocke wurde ein Gefäss mit Wasser oder konzentrierter Schwefelsäure eingeführt. Im ersteren Falle befanden sich die Objekte im dampfgesättigten Raume, in letzterem aber in trockener Luft, da es a priori als sehr wahrscheinlich erschien, dass der Wasserentzug beim Austrocknen die Prozesse der Kondensation fördern würde. Der Versuch dauerte drei Tage. Nach beendetem Versuche wurde auch diese Portion getrocknet.

In anderen Versuchen wurden die Samen ohne vorheriges Zerschneiden derselben in zwei Portionen von gleicher Anzahl gleichartiger Samen geteilt. Die Kontrollportion wurde sofort bei 70° getrocknet, die andere aber unter die Glasglocke eingeführt und ins Dunkle gestellt. Unter die Glasglocke wurde ein Gefäss mit Wasser eingeführt. Der Versuch dauerte fünf Tage, und dann wurden die Samen getrocknet.

Das getrocknete Versuchsmaterial wurde in eine feine Form gebracht und zur Analyse benutzt. Die quantitative Bestimmung des

---

[1]) W. ZALESKI, Über die Bedingungen der Eiweissbildung in den Pflanzen. 1900 (russisch).

Proteïnstickstoffs geschah nach STUTZER's Verfahren, nach welchem die Eiweissstoffe durch Erhitzen mit Kupferoxydhydrat ausgefällt wurden. Aus dem Filtrate des Kupferniederschlages wurde der Stickstoff der Basen und Ammoniaksalze mit Phosphorwolframsäure gefällt. Der Gesamtstickstoff und der Stickstoff anderer Verbindungen wurden nach KJELDAHL bestimmt. Darauf bestimmte man den Stickstoff solcher Verbindungen, die beim Erhitzen von eiweiss- und ammoniaksalzfreien Extrakten mit Salzsäure Ammoniak abspalten. Diese Stickstoffmenge wurde dem Asparagin zugeschrieben. Die auf andere Stickstoffverbindungen fallende Stickstoffmenge wurde aus der Differenz bestimmt.

In einigen Versuchen wurden die Eiweissstoffe durch Tannin, Uranacetat und Zinnchlorür zur Kontrolle der Methode STUTZER's ausgefällt und dann diese Fällungen ebenfalls zur Stickstoffbestimmung benutzt. Der Stickstoff aller Verbindungen ist in Prozenten des Gesamtstickstoffes berechnet.

I. Versuch.

Nach dem Zerschneiden der Samen wurde eine Versuchsportion derselben in den dampfgesättigten Raum auf drei Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss-N im Zinnchlorür-Niederschlag	69,1 pCt.	80,2 pCt.
„ „ Uranacetat-Niederschlag	78,7 „	88,9 „
„ „ Kupferoxydhydrat-Niederschlag .	79,1 „	89,0 „
„ „ Tannin-Niederschlag	79,2 „	89,2 „
N in Asparagin	8,7 „	4,6 „
N im Phosphorwolframsäure-Niederschlag . . .	10,8 „	5,6 „
N in anderen Verbindungen (Differenz)	1,4 „	0,8 „

II. Versuch.

Nach dem Zerschneiden der Samen wurde eine Versuchsportion derselben in den dampfgesättigten Raum auf drei Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss-N im Zinnchlorür-Niederschlag	69,0 pCt.	80,3 pCt.
„ „ Uranacetat-Niederschlag	78,6 „	88,8 „
„ „ Kupferoxydhydrat-Niederschlag .	79,1 „	89,1 „
„ „ Tannin-Niederschlag	79,3 „	89,4 „
N in Asparagin	9,0 „	5,1 „
N im Phosphorwolframsäure-Niederschlag . . .	10,2 „	4,8 „
N in anderen Verbindungen (Differenz)	1,7 „	1,0 „

III. Versuch.

Nach dem Zerschneiden der Samen wurde eine Versuchsportion derselben in den dampfgesättigten Raum auf drei Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss-N	53,4 pCt.	75.0 pCt.
Asparagin-N	15,7 „	9,7 „

IV. Versuch.

Nach dem Zerschneiden der Samen wurde eine Versuchsportion derselben in den trockenen Raum auf drei Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss N	79,0 pCt.	90,7 pCt.
Asparagin-N	8,7 „	4,9 „

V. Versuch.

Nach dem Zerschneiden der Samen wurde eine Versuchsportion derselben in den trockenen Raum auf drei Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss N	79,1 pCt.	90,9 pCt.
Asparagin-N	7,2 „	3,4 „

VI. Versuch.

Die Samen wurden ohne vorheriges Zerschneiden in den dampfgesättigten Raum auf fünf Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss-N	62,1 pCt.	48,0 pCt.
Asparagin-N	12,6 „	19,1 „

VII. Versuch.

Die Samen wurden ohne vorheriges Zerschneiden in den dampfgesättigten Raum auf fünf Tage eingeführt:

	Vom Gesamtstickstoff fallen auf	
	Kontrollportion	Versuchsportion
Eiweiss-N	60,0 pCt.	46,2 pCt.
Asparagin-N	12,8 „	19,6 „

Aus den angeführten Versuchen ist zu entnehmen, dass die Zunahme an Eiweissstoffen im unreifen Samen von der Verminderung einzelner Gruppen von stickstoffhaltigen Verbindungen, wie Amidosäuren, Amiden und organischen Basen begleitet ist.

Es ergibt sich weiter, dass die Eiweissfällungen mit Uranacetat, Kupferoxydhydrat und Tannin identische Resultate aufweisen. Da indessen die Zinnchlorürfällung weit geringer ist als die drei oben genannten Eiweissfällungen, so kann man daraus schliessen, dass unreife Samen Albumosen enthalten, da diese mit Zinnchlorür nicht fällbar sind[1]). Da die Grösse der Eiweisssynthese in unseren Versuchen mit der anfänglichen Albumosenquantität zusammenfällt und da die Albumosen nachher wieder dieselbe Grösse erreichen, so kann man behaupten, dass Albumosen sich aus Amidosubstanzen bilden und eine Vorstufe der Eiweissstoffe darstellen.

Das Reifen der Samen stellt seiner chemischen Natur nach einen umgekehrten Prozess im Vergleich mit der Keimung derselben dar. Bei der Keimung der Samen bildet sich ein Gemenge von stickstoffhaltigen Verbindungen, die direkt oder indirekt der Zerspaltung von Eiweissstoffen entstammen. Im Reifeprozess der Samen verschwinden diese Stickstoffverbindungen, indem sie allmählich sich in Eiweissstoffe verwandeln.

Der Chemismus der Eiweissbildung ist ein sehr verwickelter Vorgang und bis jetzt ganz und gar unbekannt. Wir können uns der Ansicht nicht anschliessen, nach welcher Asparagin, Ammoniak oder Aminosäuren die erste Phase der Eiweisssynthese darstellen.

Nach dem Zerschneiden der Samen geht in ihnen, wie unsere Versuche zeigen, die Eiweissbildung vor sich, gleichwohl ob diese in trockener Luft oder im dampfgesättigten Raum sich befinden. Es ist interessant, dass die Grösse der Eiweissbildung in beiden Fällen gleich ist.

Demgegenüber findet in unverletzten unreifen Samen, die in dampfgesättigter Luft sich befanden, nur Eiweisszersetzung statt.

Diese Eiweisszersetzung ist verursacht durch die Tätigkeit eines proteolytischen Enzyms, über welches ich eine Mitteilung zu machen gedenke. Ob dieses Enzym auch bei normalen Verhältnissen eine Rolle spielt und so die Eiweissbildung und Eiweisszersetzung gleichzeitig in reifenden Samen vor sich gehen, steht noch zu erforschen.

Es geht aus den Untersuchungen der letzten Jahre hervor, dass zahlreiche Vorgänge im Organismus nichts anderes als Enzymwirkungen sind. Die Zahl der durch Enzyme ausgelösten Vorgänge ist so gross, dass die Vermutung sehr nahe liegt, dass alle Reaktionen des Stoffwechsels durch Enzyme verursacht werden. Es drängt sich die Vermutung auf, dass der Eiweissbildungsprozess zu den enzymatischen Reaktionen gehört.

Schon im Jahre 1900 veranlasste mich zur Erforschung dieser Frage die Geschwindigkeit und die Grösse der Eiweissbildung, die in zerschnittenen Zwiebeln stattfindet[2]). Die in dieser Richtung angestellten Versuche misslangen. Erst später erschien die Arbeit

---

1) VAUBEL, Die physikalischen und chemischen Methoden der quantitativen Bestimmung organischer Verbindungen, 1 Bd. — WEIS, Étude sur les enzymes protéolytiques de l'orge en germination. Moniteur scientifique 1904.

2) W. ZALESKI, l. c.

von LAURENT[1]), der aus seinen Versuchen den Schluss zog, dass ein solches Enzym in Pflanzen nicht existiert.

Nach erfolglosen Versuchen, die auf den Nachweis der Enzyme der Eiweisssynthese in *Helianthus*-Blättern und Hefen gerichtet wurden, habe ich unreife Samen von Erbsen zu diesem Zweck benutzt.

Es ist a priori zu erwarten, dass die Samen ein besonderes eiweissbildendes Enzym enthalten oder die Eiweissbildung zu reversiblen enzymatischen Reaktionen gehört. Im ersteren Falle muss man die passenden physiko-chemischen Bedingungen für die Tätigkeit des gesuchten Enzyms nachweisen und die Wirkung des entgegengesetzten proteolytischen Enzyms hemmen. Wenn aber die Eiweissbildung umkehrbar ist, so müssen wir die Proteolyse vor sich gehen lassen, um dann die Reversion der Eiweissstoffe aus den Zerfallsprodukten derselben zu konstatieren.

Bei dem Studium der Enzymwirkungen hat die Autodigestionsmethode eine grosse Rolle gespielt, daher wurden unsere Versuche nach dieser Methode angestellt. Zu diesem Zweck wurden ganz und gar gleichartige unreife Erbsensamen aus den Hülsen genommen und dann in einige Portionen mit gleicher Samenanzahl und von fast gleichem Frischgewicht geteilt. Eine Portion der Samen (Kontrollportion) wurde sofort zur Eiweissbestimmung nach STUTZER's Methode benutzt, die anderen aber mit vorher geglühtem Sand sorgfältig zerrieben, mit 1 pCt. Schwefelammonium oder 0,75 pCt. Asparagin versetzt und in Gefässe mit gut geschliffenen Stopfen nach Toluolzusatz (3 pCt.) eingeführt. Die Gefässe wie die Lösungen wurden vorher sterilisiert und dann mit dem Inhalt gut geschüttelt und im Zimmer stehen gelassen. Nach einiger Zeit wurde eins von diesen Gefässen bis 100° erwärmt, abermals geschlossen und wieder stehen gelassen. Dasselbe geschah nach einiger Zeit mit dem anderen Gefäss usw., bis die letzte Portion genommen wurde, und dann wurden in allen Portionen gleichzeitig die Eiweissstoffe ausgefällt.

Indem wir nach gewissen Intervallen die Gefässe erhitzen und enzymatische Reaktionen verhindern, können wir den allmählichen Gang der Verwandlung der Eiweissstoffe verfolgen. Der Stickstoff des Eiweissniederschlages wurde nach KJELDAHL bestimmt und auf eine gleiche Quantität von Frischgewicht berechnet.

I. Versuch.

Von fünf Portionen der Erbsensamen mit einem Frischgewicht von 10,11 bis 10,22 *g* wurden vier mit Sand zerrieben, mit 0,75 pCt. Asparaginlösung versetzt und nach Toluolzusatz (3 pCt.) am 4. August in Gefässe eingeführt. Am 4. August wurde die erste Portion gekocht und dann stehen gelassen. Dasselbe geschah mit der zweiten Portion am 11. August, mit der dritten am 25. August. Am 11. September wurde die vierte Portion gekocht, und dann wurden in allen Portionen die Eiweissstoffe ausgefällt und der Stickstoff derselben auf 10 *g* des Frischgewichts berechnet:

---

[1]) LAURENT et MARSCHAL, Bulletins de l'Académie Royale de Belgique, 1903.

	Frischgewicht *g*	Eiweiss-N *g*	Eiweiss-N in 10 *g* des Frischgewichts *g*	Eiweiss-N, Differenz in pCt. des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion . . .	10,22	0,10752	0,10520	—
Erste Portion. . . .	10,12	0,10710	0,10583	+ 0,6
Zweite Portion . . .	10,20	0,10192	0,09992	− 5
Dritte Portion . . .	10,19	0,09282	0,09109	− 13,4
Vierte Portion . . .	10,11	0,09870	0,09762	− 7,2

II. Versuch.

Von fünf Portionen der Erbsensamen mit einem Frischgewicht von 10,12 bis 10,20 *g* wurden vier mit Sand zerrieben, mit 0,75 pCt. Asparaginlösung versetzt und nach Toluolzusatz (3 pCt.) am 5. August in Gefässe eingeführt. Am 5. August wurde die erste Portion gekocht und dann stehen gelassen. Dasselbe geschah mit der zweiten Portion am 12. August und mit der dritten am 26. August. Am 13. September wurde die vierte Portion gekocht und dann in allen Portionen die Eiweissstoffe ausgefällt und der Stickstoff derselben auf 10 *g* des Frischgewichts berechnet:

	Frischgewicht *g*	Eiweiss-N *g*	Eiweiss-N in 10 *g* des Frischgewichts *g*	Eiweiss-N Differenz in pCt. des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion . . .	10,20	0,10690	0,10480	—
Erste Portion. . . .	10,15	0,10571	0,10414	− 0,6
Zweite Portion . . .	10,12	0,09623	0,09508	− 9,2
Dritte Portion . . .	10,14	0,09001	0,08876	− 15,3
Vierte Portion . . .	10,16	0,09748	0,09594	− 8,4

III. Versuch.

Von fünf Portionen der Erbsensamen mit einem Frischgewicht von 10,72 bis 11,08 *g* wurden vier mit Sand zerrieben, mit 1 pCt. schwefelsaurer Ammoniumlösung versetzt und nach Toluolzusatz (3 pCt.) am 6. August stehen gelassen. Dasselbe geschah mit der zweiten Portion am 13. August, mit der dritten am 27. August. Am 15. September wurde die vierte Portion gekocht, und dann wurden in allen Portionen die Eiweissstoffe ausgefällt und der Stickstoff derselben auf 10 *g* des Frischgewichts berechnet:

	Frischgewicht *g*	Eiweiss-N *g*	Eiweiss-N in 10 *g* des Frischgewichts *g*	Eiweiss-N, Differenz in pCt. des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion . . .	10,72	0,05124	0,04779	—
Erste Portion. . . .	11,00	0,05180	0,04709	− 1,4
Zweite Portion . . .	10,81	0,04382	0,04053	− 15,1
Dritte Portion . . .	11,08	0,03864	0,03487	− 27,0
Vierte Portion . . .	10,68	0,04340	0,04063	− 14,9

Aus den angeführten und ähnlichen Versuchen, die ich der Kürze wegen hier nicht anführe, ist zu ersehen, dass am Anfang des Versuches die Proteolyse vor sich geht, die eine Verminderung der Eiweissstoffe verursacht. Nach einiger Zeit beobachten wir eine Eiweissvermehrung, deren Grösse allmählich zunimmt, obwohl sie niemals den anfänglichen Eiweissgehalt erreicht, somit auf eine unvollständige Reversion hinweist.

Ob in unseren Versuchen das Ammonium und Asparagin, deren Zugabe eine Vergrösserung der stickstoffhaltigen Verbindungen bezweckte, irgend eine Rolle gespielt haben, sind wir nicht in der Lage zu beantworten. Es fehlen dazu die nötigen Kontrollversuche, welche aus Zeitmangel nicht ausgeführt wurden, da die Bedingungen für eine Abschwächung des proteolytischen Enzyms und das Suchen nach den geeigneten physiko-chemischen Bedingungen für die Tätigkeit des gesuchten synthetischen Enzyms viel Mühe beanspruchten.

Andererseits gebe ich den gefundenen Tatsachen nur die wahrscheinlichste Deutung, wenn ich von einer enzymatischen Reversion der Eiweissstoffe spreche, mich dabei nur auf die Bestimmungen derselben nach STUTZER's Methode stützend, da noch zu untersuchen bleibt, ob dieses Resultat nicht durch die Bildung gewisser durch dieses Reagens fällbaren Verbindungen hervorgerufen wurde. Es erübrigt auch noch die Bedeutung des Alters der Samen und der Temperatur zu studieren, da nicht mit allen Samen und nur bei Zimmertemperatur positive Resultate erhalten wurden.

Charkow, Pflanzenphysiologisches Kabinett.

---

19. W. Zaleski: Zur Kenntnis der proteolytischen Enzyme der reifenden Samen.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 20. März 1905.

Die Beteiligung der proteolytischen Enzyme an den Prozessen der Eiweissumsetzung im Organismus ist zurzeit fest begründet. Bisher widmeten aber die Forscher ihre Aufmerksamkeit dem Nachweis der proteolytischen Enzyme hauptsächlich in keimenden Samen. Die Frage über die Anwesenheit dieser Enzyme in reifenden Samen ist, so viel ich weiss, nur von FERMI und BUSCAGLIONI[1]) berührt worden, die im unreifen *Phaseolus*-Samen ein Gelatine verflüssigendes Ferment gefunden hatten.

---

[1]) FERMI und BUSKAGLIONI, Centralbl. für Bakt. Zweite Abteil. Bd. V. 1899.

Inzwischen zeigen unsere Untersuchungen, die in einer anderen Arbeit wiedergegeben sind, dass in unreifen von der Pflanze losgelösten Erbsensamen eine sehr energische Eiweisszersetzung stattfindet, was für die Anwesenheit proteolytischer Enzyme spricht.

Zum Nachweis der proteolytischen Enzyme in reifenden Erbsensamen habe ich die Autodigestionsmethode, die von SALKOWSKI[1]) mit so grossem Erfolge in die Tierphysiologie eingeführt wurde, bei meinen Versuchen benutzt. Zu diesen Versuchen wurden die Samen folgenderweise vorbereitet.

Die unreifen Erbsensamen wurden zuerst gut zerrieben, in das mehrfache Volumen reinen Acetons eingetragen und unter häufigem Umrühren und einmaligem Wechsel der Flüssigkeit zehn Minuten darin gelassen. Dann wurde die Samensubstanz auf dem Filter durch Absaugen rasch vom Aceton befreit, in Äther auf drei Minuten eingetragen, wiederum auf den Filter gebracht und mit Äther gewaschen. Nach Verdunsten des Äthers wurde die Samensubstanz in eine feine Form gebracht und bis zum Trockenwerden bei 35° stehen gelassen.

In anderen Versuchen wurden die Samen bei 37° getrocknet, fein pulverisiert und in diesem Zustande zu Versuchen benutzt.

Die Versuche mit den zwei obengenannten Präparaten wurden folgenderweise angestellt. 40—50 *cm* Wasser oder einer bestimmten Lösung wurden in Gefässe eingeführt und sterilisiert, darauf wurde in diese eine bestimmte Menge des Acetonpulvers oder der getrockneten Samensubstanz gebracht und nach Toluolzusatz (40—45 Tropfen) der Inhalt durchgeschüttelt. Dann wurden die Gefässe gut geschlossen und im Thermostaten oder Zimmer auf 1—6 Tage stehen gelassen. Nach beendigtem Versuche wurden alle Gefässe erhitzt und zur Eiweissfällung nach STUTZER's Methode benutzt, worauf der Stickstoff des Niederschlages nach KJELDAHL bestimmt wurde. Die Bestimmung des Eiweissstickstoffs geschah auch im ursprünglichen Präparat.

In anderen Versuchen wurden ganz und gar gleichartige Erbsensamen in einige Portionen mit gleicher Samenanzahl und von fast gleichem Frischgewicht geteilt. Eine Portion der Samen (Kontrollportion) wurde sofort zur Eiweissbestimmung benutzt, die anderen aber mit vorher geglühtem Sand sorgfältig zerrieben, in sterilisierte Gefässe eingeführt und dann mit der sterilisierten Lösung (40—50 *cm*) versetzt. Nach Toluolzusatz (40—45 Tropfen) wurden diese Gefässe gut geschüttelt, geschlossen und im Thermostaten auf 1—6 Tage stehen gelassen. Nach beendigtem Versuche wurde in allen Gefässen der Eiweissstickstoff bestimmt.

---

1) SALKOWSKI, Zeitschr. für klin. Med. XVII. 1890. Suppl.

Vorläufige Versuche, die ich hier nicht anführe, zeigten, dass nach dem Erhitzen des Inhalts der Gefässe keine Verdauung von Eiweissstoffen stattfindet, was für die enzymatische Natur der Proteolyse der unten beschriebenen Versuche spricht.

Zuerst wurden Versuche angestellt, die den Zweck hatten, die Energie der Eiweissverdauung in unreifen Samen von verschiedenem Alter zu vergleichen. Zu diesem Zweck wurden gleichzeitig zwei Acetonpräparate bereitet, von denen das erste 69,5 des Stickstoffes in Form von Eiweissstoffen, das zweite aber (aus den Samen eines weit späteren Stadiums der Reife bereitet) 78,1 pCt. derselben enthielt. Die Autodigestionsversuche mit diesen Präparaten wurden gleichzeitig bei 32° angestellt.

Versuch I.

1. Acetonpräparat mit 69,5 pCt. Eiweissstickstoff.

Dauer des Versuches	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0,03401 0,03401	0,03401	3,401	—
22 Stunden	2 2	0,05116 0,05052	0,05084	2,542	− 25,2
48 „	2 2	0,04495 0,04453	0,04474	2,237	− 34,2

2. Acetonpräparat mit 78,1 pCt. Eiweissstickstoff.

Dauer des Versuches	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0,03611 0,03643	0,03627	3,627	—
22 Stunden	2 2	0,06568 0,06500	0,06534	3,267	− 9,9
48 „	2 2	0,05723 0,05829	0,05776	2,888	− 20,3

Aus den angeführten Versuchen ist zu ersehen, dass mit dem Alter der reifenden Erbsensamen die Energie der Proteolyse in denselben sich vermindert. Dieses Resultat kann man a priori erklären durch die Verschiedenheit der proteolytischen Enzyme in Samen verschiedenen Alters, durch die allmähliche Abschwächung der Energie derselben, oder durch Hemmungswirkungen, die durch Anhäufung antiproteolytisch wirkender Stoffe stattfinden. Es ist deshalb interessant, zu untersuchen, welchen Einfluss auf die Energie der Proteolyse verschiedener Samen einige Stoffe ausüben. Unsere Auswahl fiel auf Saccharose und Salpeter, da die Wirkung derselben auf die Eiweissverdauung von HAHN[1]) und GROMOW[2]) in Versuchen mit Selbstverdauung des Hefepresssaftes und Zymins eingehend studiert worden ist. Diese Forscher haben gezeigt, dass Saccharose die Eiweissverdauung durch die Wirkung der Hefeendotryptose sehr vermindert, der Salpeter aber diese verstärkt.

Die Wirkung der Saccharose auf die Proteolyse wurde zuerst an Samen von drei verschiedenen Altersstadien studiert. Zu diesem Zweck wurden die Samen mit Sand zerrieben und in oben beschriebener Weise gleichzeitig bei 32° während fünf Tagen der Autodigestion überlassen.

Versuch II.

1. Sehr junge Samen: das Durchschnittsgewicht eines Samens 0,1 *g*.

Lösung	Frischgewicht der Portionen in Gramm	Eiweiss-N	Eiweiss-N in Prozenten des Frischgewichtes	Verlust an Eiweiss-N in Prozenten des Eiweiss-N der Kontrollportion berechnet
Kontrollportion	9,13	0,03808	0,4178	—
Wasser	9,42	0,02450	0,2600	– 37,7
20 pCt. Saccharose . .	9,33	0,02226	0,2385	– 42,7
40 „ „ . .	9,40	0,02590	0,2755	– 34,0
2. Das Durchschnittsgewicht eines Samens 0,36 *g*.				
Kontrollportion	10,37	0,08400	0,8100	—
Wasser	10,54	0,06076	0,5764	– 28,8
20 pCt. Saccharose . .	10,76	0,06720	0,6245	– 22,9
40 „ „ . .	10,88	0,07644	0,7025	– 13,2
3. Das Durchschnittsgewicht eines Samens 0,48 *g*.				
Kontrollportion	19,55	0,25284	1,2933	—
Wasser	18,20	0,17682	0,9715	– 24,8
15 pCt. Saccharose . .	18,50	0,19638	1,0615	– 17,9

Diese Versuche zeigen wiederum, dass mit dem Reifen der Samen eine allmähliche Verminderung der Energie der Proteolyse stattfindet.

Ausserdem aber zeigen diese und ähnliche Versuche, die ich der Kürze wegen hier nicht anführe, dass die Wirkung der Saccharose auf die Autodigestion der reifenden Samen desto merklicher wird, je mehr der Samen der Reife entgegengeht. So wirkt Saccharose im Anfangsstadium der Reife fast gar nicht auf die Proteolyse, da eine 40prozentige Lösung dieselbe kaum verlangsamt, eine 20prozentige dagegen eher etwas beschleunigt. In späteren Stadien des Reifeprozesses aber schwächt eine 40prozentige Saccharoselösung die Proteolyse schon sehr beträchtlich, eine 20prozentige und sogar eine 15prozentige, wenn auch in schwächerem Masse, so doch merklich.

---

[1] HAHN und GERET: BUCHNER, Die Zymasegärung. 1903.

[2] GROMOW, Zeitschr. für physiol. Chem. XLII. Heft 4, 1904.

Zu denselben Resultaten führen auch Versuche mit Acetonpräparaten und Präparaten aus getrockneten Samen. Ich führe nur zwei Versuche an.

Versuch III.

Acetonpräparat. Durchschnittsgewicht des einzelnen Samens 0,1 *g*.
Autodigestionsdauer 5 Tage bei 32°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0,03230 0,03164	0,03197	3,197	—
Wasser.	2 2	0,05150 0,05250	0,05200	2,600	– 18,6
40 pCt. Saccharose.	2 2	0,05306 0,05244	0,05275	2,637	– 17,5

Versuch IV.

Präparat aus bei 37° getrockneten jungen Samen mit 68 pCt. des Stickstoffs in Form von Eiweissstoffen. Autodigestionsdauer 6 Tage bei 36°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N	Eiweiss-N in Prozenten der Substanz		Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1,0000 1,0000	0,03300 0,03382	3,300 3,382	3,341	—
Wasser	1,7040 1,7094	0,04030 0,04043	2,365 2,365	2,365	– 29,2
20 pCt. Saccharose.	1,7010 1,7011	0,03900 0,03996	2,292 2,349	2,320	– 30,5
40 „ „	1,6996 1,6995	0,03916 0,04036	2,304 2,374	2,339	- 30,0
50 „ „	1,7194 2,0000	0,04046 0,04706	2,353 2,353	2,353	– 2,96

Diese Versuche zeigen noch deutlicher, dass die Saccharose auf die Eiweissverdauung der jungen Samen keinen Einfluss hat.

Wenden wir uns jetzt zu Versuchen in betreff des Einflusses des Salpeters auf die Proteolyse der reifenden Samen.

Versuch V.

Acetonpräparat mit 69,5 pCt. Eiweissstickstoff. Autodigestionsdauer 48 Stunden bei 42°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0.03401 0,03401	0,03401	3,401	—
Wasser	2 2	0,04129 0,04159	0,04144	2,072	− 39,0
1 pCt. Salpeter	2 2	0,04465 0,04465	0,04465	2,232	− 34,3
5 „ „	2 2	0,04922 0,04878	0,04900	2,450	− 28,0

Versuch VI.

Acetonpräparat mit 78 pCt. Eiweissstickstoff. Autodigestionsdauer 48 Stunden bei 42°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss N
Kontrollportion	1 1	0,03611 0,03643	0,03627	3,627	—
Wasser	2 2	0,06269 0,06231	0,06250	3,125	− 13,8
1 pCt. Salpeter	2 2	0,06263 0,06363	0,06313	3,156	− 12,9
3 „ „	2 2	0,06415 0,06313	0,06364	3,182	− 12,2
5 „ „	2 2	0,06567 0,06649	0,06608	3,304	− 8,9

Versuch VII.

Präparat aus bei 37° getrockneten Samen, die 68 pCt. Eiweissstickstoff enthielten. Autodigestionsdauer 6 Tage bei 36°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N	Eiweiss-N in Prozenten der Substanz		Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1,0000	0,03300	3,300	3,341	—
	1,0000	0,03382	3,382		
Wasser	1,7040	0,04030	2,365	2,365	- 29,2
	1,7094	0,04043	2,365		
3 pCt. Salpeter . .	1,7147	0,03976	2,318	2,318	– 30,6
	1,7148	0,03975	2,318		
5 „ „ . .	1,6991	0,04204	2,474	2,480	– 25,8
	1,6990	0,04224	2,486		

Aus den angeführten Versuchen kann jedoch kein bestimmter Schluss auf die Art der Salpeterwirkung gegenüber der Proteolyse bei Samen gezogen werden. Zwar schwächt eine 5prozentige Lösung die Energie der Eiweissverdauung, doch wurde dieses Resultat nur in Versuchen mit Acetonpräparaten unabhängig vom Alter der genommenen Samen erhalten, während dieselbe Salpeterlösung gar keine Wirkung auf die Proteolyse von getrockneten Samen ausübte. Mag auch dieses Resultat durch die Verschiedenheit in der Bereitung der Präparate oder der Temperaturen der Versuche bedingt sein, so ändert sich doch jedenfalls die Empfindlichkeit der proteolytischen Enzyme der Samen gegenüber dem Salpeter und hängt dieselbe folglich von gewissen anderen Bedingungen ab, da nicht anzunehmen ist, dass wir es mit verschiedenen Enzymen zu tun haben angesichts der völligen Ähnlichkeit der Samen in Versuch V und VII. Ebenso ist möglich, dass die je nach dem Alter der Samen verschiedene und von der Art der Bereitung des Präparates unabhängige Wirkung der Saccharose auf die Proteolyse nicht durch die Verschiedenheit der Enzyme, sondern durch andere Faktoren bedingt ist. Wenigstens erscheint mir die Annahme als zulässiger, dass bei der Reifung der Samen eine allmähliche Abschwächung des proteolytischen Enzyms oder eines Gemisches solcher stattfindet, welche vielleicht durch den Übergang in einen inaktiven Zustand verursacht wird.

Zur weiteren Charakteristik des proteolytischen Prozesses der reifenden Samen ist es auch wichtig, die geeignete Reaktion zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde ein Acetonpräparat benutzt, das eine schwach saure Reaktion hatte, die nach Sodazusatz (0,1 *g* zu 2 *g* Acetonpulver) zu einer alkalischen wurde.

Versuch VIII.

Acetonpräparat. Der Inhalt der Gefässe 50 ccm Flüssigkeit. Digestionsdauer 5 Tage bei 32°.

Lösung	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0,02902 0,02902	0,02902	2,902	—
Wasser	2 2	0,04981 0,05014	0,04997	2,498	— 13,9
0,1 pCt. Citronensäure	2 2	0,05328 0,05264	0,05296	2,648	— 8,7
0,3 „ „	2 2	0,05403 0,05321	0,05362	2,681	— 7,6
0,2 „ Soda	2 2	0,04851 0 04851	0,04851	2,425	— 16,4
0,4 „ „	2 2	0,05602 0,05662	0,05632	2,816	— 2,8

Es geht hervor, dass unsere proteolytischen Enzyme bei sauren und alkalischen Reaktionen wirken. Am besten aber wirken sie bei schwach alkalischen Reaktionen, sind aber gegen weiteren Zusatz von Alkali sehr empfindlich.

Das Optimum der Proteolyse liegt zwischen 42—50°, wie aus folgendem Versuche zu ersehen ist:

Versuch IX.

Acetonpräparat. Digestionsdauer 25 Stunden.

Temperatur	Gewicht der Substanz in Gramm	Eiweiss-N		Eiweiss-N in Prozenten der Substanz	Eiweiss-N-Verlust in Prozenten des anfänglichen Eiweiss-N
Kontrollportion	1 1	0 03401 0,03401	0,03401	3,401	—
30—31°	2 2	0,04859 0,04777	0,04818	2,409	— 29,1
35—36°	2 2	0,04741 0,04693	0,04717	2,358	— 30,6
41—43°	2 2	0,04358 0,04260	0,04309	2,154	— 36,6
49—50°	2 2	0 04347 0,04271	0,04309	2,154	— 36,6

Die Eiweisszerspaltung bei Autodigestion unreifer Erbsensamen ist mit der Bildung von Aminosäuren verbunden, deren Natur zurzeit noch nicht bestimmt worden ist. Die Bildung von Albumosen und Pepton findet bei dieser Verdauung kaum statt oder nur vorübergehend, da unsere Präparate sehr schnell diese Verbindungen verdauen, wie aus folgendem Versuche zu ersehen ist.

Zu diesem Versuche wurde 50 *ccm* Wasser in Gefässe gegossen und nach Zusatz von 0,5 *g* WITTE-Pepton sterilisiert. Dann wurde in die Gefässe 1 *g* Acetonpräparat gebracht und Toluol (50 Tropfen) zugegeben, darauf wurden die Gefässe gut geschlossen und der Inhalt derselben sorgfältig geschüttelt. Vor dem Toluolzusatz wurde zur Kontrolle der Inhalt zweier Gefässe erhitzt, um alle enzymatischen Prozesse zu hemmen. Zur Kontrolle wurde auch in zwei Gefässen 1 *g* Acetonpräparat in Wasser ohne WITTE-Pepton Zusatz eingeführt. Dann wurden alle Gefässe bei 34—36° 6 Tage lang stehen gelassen. Nach beendigtem Versuche bestimmte man den Stickstoff der durch Tannin fällbaren Substanzen. Zu diesem Zweck wurde eine wässerige Tanninlösung ins Digestionsgefäss solange hinzugegossen, bis sich kein Niederschlag mehr bildete, und nach Zusatz einiger Tropfen Bleizuckerlösung wurde der Niederschlag auf das Filter gebracht und zur Stickstoffbestimmung nach KJELDAHL benutzt. Eine solche Bestimmung des Stickstoffs der durch Tannin fällbaren Substanzen wurde auch mit 1 *g* des Acetonpräparates und mit 0,5 *g* WITTE-Pepton ausgeführt.

Substrat	Quantität der Acetonsubstanz in Gramm	N in Tannin-Niederschlägen	
Kontrollportion	1	0,03184	0,03232
	1	0,03280	
Wasser	1	0,02555	0,02520
	1	0,02485	
0,5 *g* WITTE-Pepton	1	0,03484	0,03442
	1	0,03400	
0,5 *g* „ „ gekocht .	1	0,09462	0,09402
	1	0,09342	
0,5 *g* „ „ für sich .	—	0,06340	0,06380
	—	0,06420	

Im gekochten Präparate haben keine Veränderungen in bezug auf die Menge der durch Tannin fällbaren Substanzen stattgefunden, wovon man sich durch Addition der entsprechenden für die Kontrollportion und für 0,5 *g* WITTE-Pepton gefundenen Mengen überzeugen kann. Vergleichen wir miteinander die Mengen dieser Substanzen, die in den Verdauungsversuchen mit Wasser und mit WITTE-Pepton zurückbleiben, so sieht man, dass diese Zahlen sich nur wenig von einander unterscheiden, dass also eine sehr bedeutende Umwandlung des Pepton (ungefähr $^6/_7$) vor sich gegangen ist.

Ob in den reifenden Samen nur ein einziges Ferment tryptischer Natur vorhanden ist, oder ob davon mehrere, darunter Trypsin, vorhanden sind, müssen weitere Untersuchungen entscheiden.

---

20. T. Krasnosselsky: Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen.

Mit zwei Abbildungen.

Eingegangen am 27. März 1905.

Die Atmung der verletzten Pflanzen war schon seit langer Zeit der Gegenstand vieler Forschungen. So wurde diese Frage von BÖHM[1]), STICH[2]), RICHARDS[3]), DOROFEJEW[4]), SMIRNOFF[5]), MAXIMOW[6]), MONTEMARTINI[7]) bearbeitet. Alle genannten Forscher machten die Beobachtung, dass die Atmungsenergie der Pflanze nach ihrer Verletzung merklich stieg, dann kehrte sie zu ihrer anfänglichen Grösse zurück. Nur STOKLASA[8]) beobachtete keine Steigerung der Atmungsenergie bei den verletzten Pflanzen. Dieses erklärt sich durch die ungenügende Dauer seiner Versuche: er unterbrach sie, ehe die Atmungsenergie zu steigen anfing. Er behauptet, dass die erwähnte Atmung von den Bakterien, die sich auf den verletzten Oberflächen entwickeln, hervorgerufen ist. Das steht aber im Widerspruch zu der Tatsache, dass man sogar am Tage der maximalen Atmung keine Bakterien auf den Oberflächen der Pflanzen findet. Auf die Abwesenheit der Bakterien weist auch die Abnahme der CO_2-Ausscheidung, welche der maximalen Atmung folgt; das Maximum der Atmung fällt auch immer bei einer bestimmten Pflanze auf eine bestimmte Zeit (Tag).

Die Forscher, welche die Atmung der verletzten Pflanzen beobachtet haben, konnten bis jetzt noch keine von den beiden möglichen Erklärungen der Steigerung der Atmungsenergie annehmen. Die

---

1) BÖHM, Bot. Zeitung 1887, S. 686.
2) STICH, Flora 1891, S. 15.
3) RICHARDS, Annals of botany 1896, Bd. LX, S. 531.
4) DOROFEJEW, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1902, Bd. XX, S. 396.
5) SMIRNOFF, Revue gén. de Bot. 1903, t. XXV, p. 26.
6) MAXIMOW, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1903, Bd. XXI, S. 252.
7) MONTEMARTINI, Atti dell'Istituto botanico dell'università di Pavia 1904.
8) STOKLASA, Beiträge zur chemischen Physiologie, 1903, S. 460.

Ursache dieser Erscheinung kann man erstens in der grösseren Berührungsfläche der Pflanze mit der Luft sehen. Die andere Erklärung besteht in folgendem: Es ist möglich, dass bei der Verletzung der Pflanze alle Lebensprozesse in ihr intensiver werden und auf die Heilung der Verletzung abgesehen sind; infolgedessen wächst die Ausscheidung der CO_2. Sobald die Verletzung geheilt ist, kehrt die Kohlensäureausscheidung zu ihrer anfänglichen Grösse zurück. Diese Erklärung findet ihre Bestätigung sowohl in den Versuchen von STICH, RICHARDS und MAXIMOW zur Bestimmung der Koeffizienten der verletzten Pflanzen, als auch in den Versuchen HETTLINGER's[1]), ZALESKI's[2]) und KOVCHOFF's[3]). Aus den letzteren erweist sich, dass bei Verletzung eine Zunahme der Gesamtmenge der Eiweissstoffe und besonders stark der Nukleoproteïde stattfindet. Nimmt man die zweite Erklärung an und setzt voraus, dass die CO_2-Ausscheidung das Resultat der Tätigkeit von Fermenten und nicht der unmittelbaren Tätigkeit des lebendigen Protoplasmas ist, so öffnet sich ein Weg zur Erklärung der Erscheinung der durch Verletzung der Pflanze hervorgerufenen Steigerung der Atmungsenergie. Wenn die gesteigerte Atmung verletzter Pflanzen die Folge einer gesteigerten Bildung der Atmungsenzyme ist, so muss auch der Presssaft der verletzten Pflanzen grössere Mengen CO_2 ausscheiden, als der Presssaft gesunder Pflanzen.

Diese Voraussetzungen dienten als Ausgangspunkt der von mir auf Vorschlag und unter Leitung des Herrn Prof. W. PALLADIN unternommenen Arbeit.

Als Objekt diente mir die Zwiebel von *Allium Cepa*, deren Atmung in verletztem Zustande von SMIRNOFF eingehend untersucht worden ist. Die von ihm erhaltene Atmungskurve wiederholte sich auch bei mir. Das Maximum der CO_2-Ausscheidung fällt auf den vierten oder fünften Tag nach der Verletzung und beträgt auf 100 *g* Zwiebel berechnet in einer Stunde 20,40 bis 23,44 *mg*. Die Versuche wurden auf folgende Weise ausgeführt: Die in Längsrichtung zerschnittenen Zwiebeln wurden in mehrere Portionen geteilt, wobei darauf geachtet wurde, dass jede Portion Teile aller Zwiebeln enthalte, wodurch die Homogenität des Materials in jeder Versuchsserie erreicht wurde. Die Aufbewahrung der Zwiebel während des Versuches wurde auf verschiedene Arten versucht; als beste von ihnen erwies sich folgende: In einer grossen Kristallisierschale wurde auf einen Ständer eine Glasplatte gestellt, auf diese wurde die zerschnittene Zwiebel derart verteilt, dass die Schnittflächen weder mit dem Glas, noch mit den

---

1) HETTLINGER, Revue générale de bot 1901, p. 248.

2) ZALESKI, Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1901, S. 331.

3) KOVCHOFF, Revue générale de bot. 1902, p. 449. — Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1903, S. 165.

benachbarten Zwiebelstücken in Berührung kamen. In die Schale wurde Wasser gegossen, um die Zwiebeln vor dem Verwelken zu schützen; das Ganze wurde mit einer mit Sublimatlösung befeuchteten Leinwand und darüber mit schwarzem Stoff zur Beseitigung der Lichtwirkung bedeckt. Auf diese Weise gelang es, die Zwiebeln über 10 Tage lang vor Verwelken und Infizierung zu bewahren, trotzdem sie täglich ventiliert wurden. Die Bestimmung der ausgeschiedenen CO_2 wurde mit Hilfe PETTENKOFER'scher Röhren[1] ausgeführt. Nach bestimmten, auf die Verletzung der Zwiebeln folgenden Zeitabschnitten wurde ein Teil einer Portion zu einem Kontrollversuch benutzt, d. h. es wurde eine Bestimmung der von der Zwiebel selbst ausgeschiedenen CO_2-Menge gemacht. Der andere Teil dieser Portion wurde in einem BUCHNER'schen Mörser mit Quarzsand zerrieben und in einer BUCHNER'schen Presse unter 300 Atmosphären[2] abgepresst. Nur in den zwei ersten Versuchen wurde der Saft bei Zimmertemperatur aufgesammelt, in den folgenden Versuchen wurde er in einem von Schnee umgebenen Kolben abgeleitet. In diesem Zustand befand sich der Saft die ganze Zeit bis zum Moment der Bestimmung der von ihm ausgeschiedenen CO_2. Vom Moment des Zerreibens der Zwiebeln bis zum Augenblick der CO_2-Bestimmung verfloss $1-1\frac{1}{2}$ Stunden. Die Herstellung des Saftes selbst dauerte 20—45 Minuten. Die Ergebnisse der Versuche sind folgende:

Versuch I.

Den 17. November wurden 22 Zwiebeln genommen, jede wurde in vier Teile zerschnitten und alles in vier Portionen um 12 Uhr 20 Minuten zurechtgelegt. Jedes Viertel wurde nochmals in zwei Teile geteilt. Den 17. November, d. h. am ersten Tage der Verletzung, schieden 100 *g* der ersten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp. Grad
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	
Von 2 Uhr 30 Min. bis 4 Uhr 30 Min.	16,4	8,2	21
„ 4 Uhr 30 Min. bis 5 Uhr 30 Min.	9,6	9,6	20
„ 5 Uhr 30 Min. bis 8 Uhr 30 Min.	31,2	10,4	20

Die folgenden 230 *g* der ersten Portion wurden um 12 Uhr 15 Minuten nachmittags zerschnitten, und man erhielt um 1 Uhr 30 Minuten 170 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.°
100 *ccm*	Von 2 Uhr 20 Min. bis 5 Uhr 20 Min.	Spuren	21—20
	„ 5 Uhr 20 Min. bis 9 Uhr 20 Min.	—	21—20
50 *ccm* + 10 Tropfen Toluol.	„ 2 Uhr 20 Min. bis 8 Uhr 20 Min.	Spuren	21—20

---

[1] PFEFFER, Untersuchungen aus dem Botanischen Institut zu Tübingen, I, 4. Heft, 1885.

[2] E. BUCHNER, Zymasegärung, 1903.

Am 19. November, d. h. dem dritten Tage der Verletzung, schieden 100 *g* der zweiten Portion folgende Mengen CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 12 Uhr 20 Min. bis 2 Uhr 20 Min. . . .	39,2	19,6	21—20

Die übrig gebliebenen 240 *g* der zweiten Portion wurden um 11 Uhr zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 45 Min. 186 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 12 Uhr 30 Min. bis 3 Uhr 30 Min.	4,4 *mg*	21
50 *ccm* + 10 Tropfen Toluol.	„ 12 Uhr 30 Min. bis 3 Uhr 30 Min.	2,2 „	21

Versuch II.

Am 22. November wurden 32 Zwiebeln genommen, jede wurde in acht Teile zerschnitten und alles auf acht Portionen um 1 Uhr nachmittags verteilt. Den 22. November, d. h. am ersten Tage der Verletzung, schieden 50 *g* der ersten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 4 Uhr 30 Min. bis 5 Uhr 30 Min.	4	8	21,5

Folgende 315 *g* der ersten Portion wurden bis 1 Uhr 45 Min. zerschnitten, und man erhielt um 2 Uhr 30 Min. 230 *ccm* Saft. 100 *ccm* von diesem Saft schieden nur Spuren von CO_2 aus.

Den 23. November, d. h. am zweiten Tage der Verletzung, schieden 50 *g* der zweiten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 8 Uhr 40 Min. bis 10 Uhr 40 Min. . . .	12,4	12,4	16,5
„ 10 Uhr 40 Min. bis 11 Uhr 40 Min. . . .	6	12	16,5

Folgende 301 *g* der zweiten Portion wurden um 9 Uhr 15 Min. vormittags zerschnitten, und um 10 Uhr erhielt man 200 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 10 Uhr 40 Min. bis 5 Uhr 40 Min.	2,4 *mg*	16,5

Den 24. November, d. h. am dritten Tage der Verletzung, schieden 50 *g* der dritten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 12 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr 30 Min. . . .	9,6	19,2	16,5

Folgende 267 *g* der dritten Portion wurden um 11 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 45 Min. 210 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 12 Uhr 30 Min. bis 6 Uhr 30 Min.	4,8 *mg*	16,5

Den 25. November, d. h. am vierten Tage der Verletzung, schieden 50 *g* der vierten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 1 Uhr bis 3 Uhr.	23,6	23,6	18
„ 3 Uhr bis 4 Uhr.	11,2	22,4	18

Folgende 260 *g* der vierten Portion wurden um 11 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 45 Min. 200 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 1 Uhr bis 5 Uhr	4,4 *mg*	18

Den 26. November, d. h. am fünften Tage der Verletzung, schieden 80 *g* der fünften Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 12 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr 30 Min. . . .	10,8	21,6	16,5

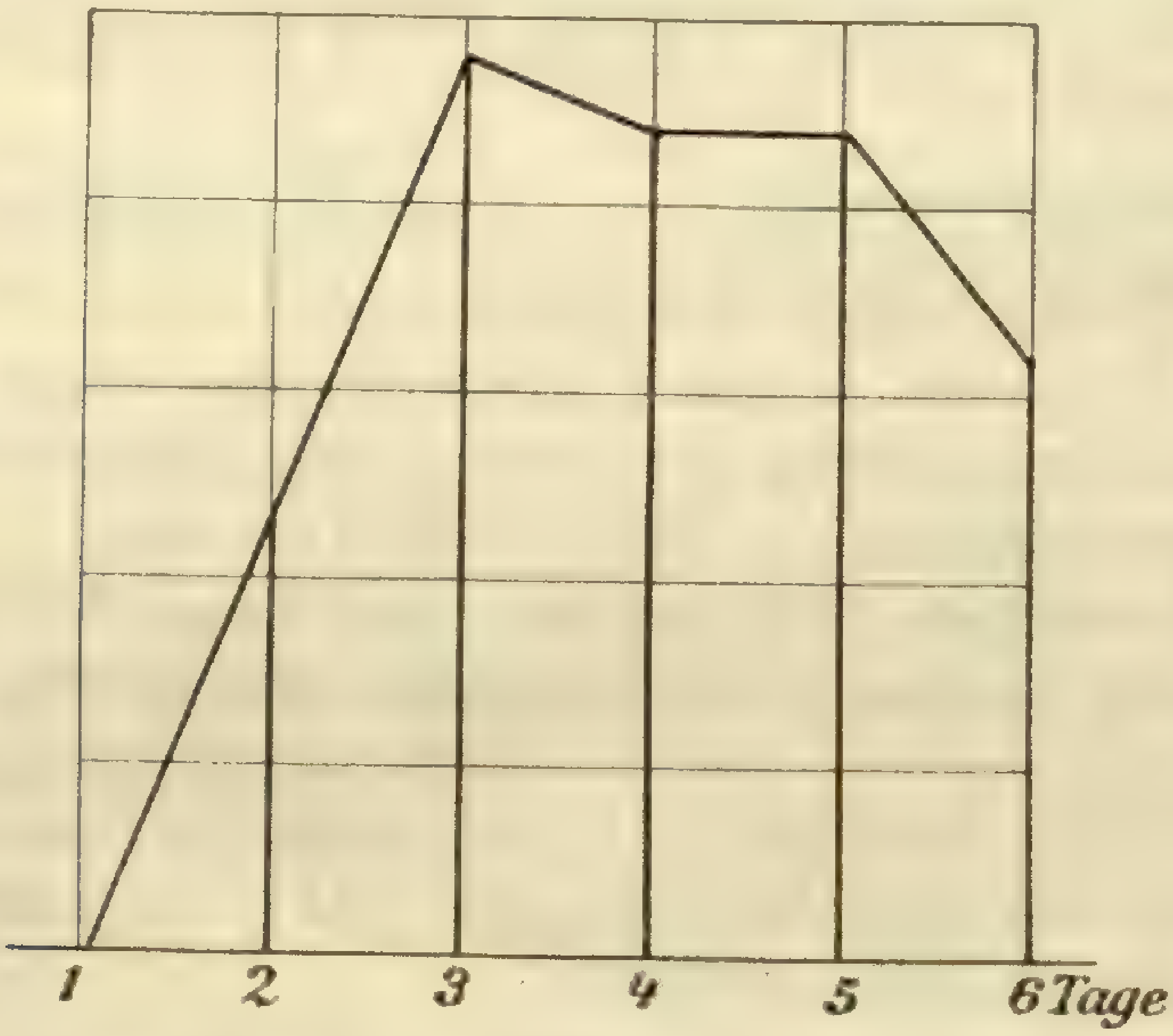


Fig. 1

Folgende 250 *g* der fünften Portion wurden um 11 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 45 Min. 196 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 12 Uhr 30 Min. bis 6 Uhr 30 Min.	4,4 *mg*	16,5

Den 27. November, d. h. am sechsten Tage der Verletzung, wurden 247 *g* der sechsten Portion um 11 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 45 Min. 190 *ccm* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 1 Uhr 30 Min. bis 7 Uhr 30 Min.	3,2 *mg*	18

Die Ergebnisse dieses Versuches sind in Fig. 1 dargestellt.

Versuch III.

Den 15. Dezember wurden 29 Zwiebeln genommen, jede wurde um 2 Uhr nachmittags in vier Teile zerschnitten und alles auf vier Portionen verteilt.

Den 16. Dezember, d. h. am zweiten Tage der Verletzung, schieden 25 *g* der ersten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 12 Uhr bis 4 Uhr	10,8	10,8	17,5

Folgende 299 *g* der ersten Portion wurden um 10 Uhr 30 Min. vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 15 Min. 188 *ccm* (195 *g*) Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 12 Uhr bis 4 Uhr	2,8 *mg*	17,5°

Den 18. Dezember, d. h. am vierten Tage der Verletzung, schieden 25 *g* der zweiten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 1 Uhr bis 3 Uhr	8	16	17,5

Folgende 299 *g* der zweiten Portion wurden um 11 Uhr 30 Min. vormittags zerschnitten, und man erhielt um 12 Uhr 15 Min. 193 *ccm* (210 *g*) Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. °
100 *ccm*	Von 1 Uhr bis 5 Uhr	4 *mg*	17,5

Den 19. Dezember, d. h. am fünften Tage der Verletzung, schieden 25 *g* der dritten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 12 Uhr bis 2 Uhr 30 Min.	12,8	20,4	17,5

Folgende 295 *g* der dritten Portion wurden um 10 Uhr 30 Min. vormittags zerschnitten, und man erhielt um 12 Uhr 15 Min. 185 *ccm* (200 *g*) Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 12 bis 4 Uhr	3,6 *mg*	17,5°

Den 21. Dezember, d. h. am siebenten Tage der Verletzung, schieden 25 *g* der vierten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 10 Uhr bis 2 Uhr.	14	14	16,5

Folgende 255 *g* der vierten Portion wurden um 10 Uhr 30 Min. vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 15 Min. 167 *ccm* (175 *g*) Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 12 Uhr bis 4 Uhr	Spuren	16,5°

Während dieses Versuches wurde der Saft, nachdem er aus dem Schnee herausgenommen war, vor der Bestimmung der CO_2-Ausscheidung mittels warmen Wassers bis zur Atmosphärentemperatur fünf Minuten erwärmt.

Versuch IV.

Den 17. Januar wurden 11 Zwiebeln genommen, jede wurde in vier Teile um 5 Uhr 30 Min. zerschnitten und alles in vier Portionen verteilt.

Den 18. Januar, d. h. am zweiten Tage der Verletzung, wurden 180 *g* der ersten Portion um 10 Uhr 45 Min. zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 5 Min. 125 *ccm* (130 *g*) Saft.

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 11 Uhr 45 Min. bis 11 Uhr 45 Min. 19. Januar, d. h. 24 Stunden	3,6 *mg*	15—16°

Den 20. Januar, d. h. am vierten Tag der Verletzung, schieden 25 *g* der zweiten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 2 Uhr 5 Min. bis 3 Uhr 35 Min.	6	16	17

Folgende 155 *g* der zweiten Portion wurden um 1 Uhr nachmittags zerschnitten, und man erhielt um 1 Uhr 20 Min. 100 *ccm* (106 *g*) Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 2 Uhr bis 2 Uhr 21. Januar, d. h. 24 Stunden	6,8 *mg*	17°

Den 21. Januar, d. h. am fünften Tage der Verletzung, schieden 25 *g* der dritten Portion folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 11 Uhr 45 Min. bis 3 Uhr 45 Min.. . .	12,8	12,8	18

Folgende 169 *g* der dritten Portion wurden um 1 Uhr nachmittags zerschnitten, und man erhielt um 1 Uhr 20 Min. 105 *ccm* (110 *g*) Saft.

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 2 Uhr bis 2 Uhr 22. Januar, d. h. 24 Stunden	5,2 *mg*	18—16,5°

Aus all diesen Versuchen ist ersichtlich, dass der aus der verletzten Zwiebel am Tage ihrer maximalen Atmungsenergie abgepresste Saft eine intensivere Kohlensäureausscheidung aufweist, als der an anderen auf die Verletzung folgenden Tagen erhaltene Presssaft. Von Infektion kann in diesen Versuchen keine Rede sein, da die mikroskopische Untersuchung am Ende der Versuche kein einziges Mal Infektion nachgewiesen hat und der nach Beendigung der Versuche auf weitere 24 Stunden aufbewahrte Saft nur eine leichte Trübung der Barytlösung bewirkte und auch dieses nur in einigen Versuchen (Vers. I).

Es muss überhaupt hervorgehoben werden, dass der abgepresste und unter sterilen Bedingungen aufbewahrte Saft ohne Zusatz jeglicher Antiseptica dem Auftreten von Bakterien einen bedeutenden Widerstand leistet.

Ausser dem Unterschied in der CO_2-Ausscheidung weist der aus Zwiebeln an verschiedenen Tagen ihrer Verletzung erhaltene Saft noch folgende Verschiedenheit auf. Bei Zusatz von Guajakharz zeigte nur der Saft des Tages der maximalen Atmung eine grünlichblaue Färbung, und sogar nicht in allen Versuchen. Der Saft anderer Tage zeigt mit Guajakharz gar keine Färbung. Setzt man ferner ausser Guajakharz noch H_2O_2 hinzu, so ist die Färbung um so intensiver, je mehr CO_2 der Saft ausscheidet und erreicht in den Versuchen mit dem maximalatmenden Saft eine tiefblaue Farbe. Wenn der Saft gekocht wird, verliert er seinen Eiweissgehalt und zeigt dann keine Farbenreaktion mehr. Die Absorption von Sauerstoff durch den Saft ist durch eine Reihe von Versuchen, welche mittels des POLOWZOWschen Apparates ausgeführt worden sind, bestätigt. Näheres darüber wird in der nächsten Arbeit mitgeteilt.

Der neben dem Sande bei der Zerreibung der Zwiebel zugesetzte Kieselguhr hält den grössten Teil des CO_2 ausscheidenden Fermentes zurück. In einem Versuche wurde der Saft auf diese Weise an allen Tagen nach der Verletzung erhalten. Er schied eine geringe Menge CO_2 aus, es war aber unmöglich, irgend eine Gesetzmässigkeit in diesem Versuche zu finden. Der hemmende Einfluss des Kieselguhrs wird aus Versuch VI ersichtlich.

Die beschriebenen Versuche zeigen, dass zwischen der Atmungsenergie der verletzten Zwiebel und derjenigen des aus derselben erhaltenen Presssaftes ein ganz bestimmter Zusammenhang besteht. Jedoch sind die Quantitäten der von dem Safte ausgeschiedenen CO_2 so gering, dass der Verdacht aufkommen könnte, dieser Zusammenhang sei bloss ein zufälliger und einer fehlerhaften Analyse zuzuschreiben. Obgleich die Versuche mehrfach wiederholt wurden und immer ähnliche Resultate zeigten, war es dennoch wünschenswert, mit grösseren Quantitäten CO_2 umgehen zu können. Es war bemerkt worden, dass der Saft anfänglich besonders energisch atmet und dass er ausserdem bei niedrigen Temperaturen gar keine CO_2 ausscheidet. Diese Beobachtungen brachten mich auf den Gedanken, es durch niedrige Temperaturen zu verhindern, dass die Atmung des Saftes beginnt, bevor es möglich ist, die Bestimmung zu beginnen. Zu diesem Zweck wurden Zwiebeln von bestimmten Tagen nach der Verletzung der Wirkung des Frostes ausgesetzt. Aus der Arbeit

MÜLLER-THURGAU's[1]) ist bekannt, dass eine der Wirkung des Frostes unterliegende Pflanze beim Erfrieren und nicht beim Auftauen stirbt. Daher wird die nach dem Auftauen ausgeschiedene CO_2 nicht die Atmung der Pflanze während ihres Absterbens, sondern das Resultat der Tätigkeit jener Fermente darstellen, welche im Momente des Erfrierens in der Pflanze vorhanden waren. Die Dauer der Wirkung des Frostes war in allen Versuchen ausreichend, um das Protoplasma zu töten.[2]) Es war interessant zu erforschen, erstens, ob sich irgend ein Unterschied in der Atmung von Zwiebeln, welche an verschiedenen Tagen nach der Verletzung gefroren waren, zeigen würde, und zweitens, wenn ein Unterschied beobachtet worden wäre, wie sich der entsprechende Presssaft verhalten würde. Ein Teil der an einem bestimmten auf die Verletzung folgenden Tage erfrorenen Zwiebel wurde auf seine Atmung untersucht, der andere Teil wurde zur Herstellung von Presssaft benutzt. Nachdem die gefrorene Zwiebel eine bestimmte Zeit geatmet hatte, schied sie im Laufe vieler Stunden keine CO_2 mehr aus; dieses bestätigt die Wahrscheinlichkeit des fermentativen Gaswechsels. Der in der Atmung von an verschiedenen auf die Verletzung folgenden Tagen erfrorenen Zwiebeln vorausgesetzte Unterschied ist wirklich nachgewiesen worden. Die Atmungskurven der lebendigen und der erfrorenen Zwiebel unterscheiden sich voneinander nur dadurch, dass bei letzterer das Maximum bedeutend später eintritt, als bei ersterer. Dasselbe, wenn auch nicht in demselben Masse, wurde für den aus erfrorenen Zwiebeln erhaltenen Presssaft gefunden. Die erfrorenen Zwiebelstücke wurden in den Apparat gebracht und schieden in der ersten Zeit natürlich keine Kohlensäure aus. Als aber die Zwiebelstücke anfingen die Zimmertemperatur anzunehmen, fing auch die Kohlensäureausscheidung an.

Versuch V.

Den 26. Dezember wurden 9 Zwiebeln genommen, jede wurde um 3 Uhr nachmittags in acht Teile zerschnitten und alles auf acht Portionen verteilt.

Erster Tag nach der Verletzung (27. Dezember). 50 *g* der ersten Portion wurden im Laufe von 20 Stunden 20 Min. bei einer Temperatur von – 18° C. gehalten. Sie schieden folgende Mengen CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 11 Uhr 20 Min. bis 5 Uhr 20 Min. . .	8,8	17,6	17,5—18,6

---

1) MÜLLER-THURGAU, Landwirtschaftl. Jahrbücher 1880, S. 133; 1886, S. 453.

2) L. MATRUHOT et M. MOLLIARD, Revue générale de botanique. 1902. S. 401.

Zweiter Tag nach der Verletzung (28. Dezember). 50 *g* der zweiten Portion befanden sich im Laufe von 22 Stunden 30 Min. bei einer Temperatur von – 18° bis – 2,5° C. Sie schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 10 Uhr 30 Min. bis 5 Uhr 30 Min.. . .	8,8	17,6	18

Dritter Tag nach der Verletzung (29. Dezember). 50 *g* der dritten Portion befanden sich im Laufe von 19 Stunden bei einer Temperatur von – 7,5° bis – 13,7° C. Sie schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 12 Uhr 15 Min. bis 6 Uhr 15 Min.. . .	15,2	30,4	17–16,5

Vierter Tag nach der Verletzung (30. Dezember). 50 *g* der vierten Portion befanden sich im Laufe von 21 Stunden 15 Min. bei einer Temperatur von – 13° C. Sie schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 10 Uhr 15 Min. bis 5 Uhr 15 Min.. . .	16	32	16

Fünfter Tag nach der Verletzung (30. Dezember). 50 *g* der fünften Portion befanden sich im Laufe von 6 Stunden bei einer Temperatur von – 15° C. Sie schieden folgende Menge von CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 5 Uhr bis 10 Uhr 31. Dezember . . . . (d. h. 17 Stunden)	18,4	36,8	16

Sechster Tag nach der Verletzung (1. Januar). 50 *g* der sechsten Portion befanden sich im Laufe von 25 Stunden bei einer Temperatur von – 18° C. Sie schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 12 Uhr bis 10 Uhr 2. Januar . . . . . (d. h. 22 Stunden)	21,2	42,4	16

Siebenter Tag nach der Verletzung (2. Januar). 50 *g* der siebenten Portion befanden sich im Laufe von 18 Stunden 30 Min. bei einer Temperatur von – 21,2° bis – 12° C. Sie schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 10 Uhr 30 Min. bis 6 Uhr 30 Min.. . .	24,8	49,6	16,5

Versuch VI.

Den 12. Januar wurden 40 Zwiebeln genommen, jede wurde um 1 Uhr 30 Min. nachmittags in vier Teile zerschnitten und alles auf vier Portionen verteilt.

Erster Tag nach der Verletzung (13. Januar). 505 *g* der ersten Portion befanden sich im Laufe von 18 Stunden 20 Min. bei einer Temperatur von − 7,5° bis − 2,5° C. Sie wurden um 9 Uhr 15 Min. vormittags zerschnitten, und man erhielt um 9 Uhr 35 Min. 410 *g* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 10 Uhr 15 Min. bis 1 Uhr 15 Min. 14. Januar, d. h. 27 Stunden	13,6 *mg*	18,5—20,5°

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden.

Gas	Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. Grad
Wasserstoff. . . .	100 *ccm*	Von 10 Uhr 15 Min. bis 1 Uhr 15 Min. 14. Januar, d. h. 27 Std.	13,6 *mg*	18,5—20,5

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden.

Vierter Tag nach der Verletzung (15. Januar). 50 *g* der zweiten Portion schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2 im *mg*	Menge der CO_2 in 1 Stunde 100 *g*	Temp. Grad
Von 9 Uhr bis 10 Uhr 30 Min.	17,6	23,4	21,5

350 *g* der zweiten Portion befanden sich im Laufe von 28 Stunden 25 Min. bei einer Temperatur von − 11,2° bis − 3,9° C. Am 16. Januar wurden sie um 1 Uhr 25 Min. zerschnitten, und man erhielt um 1 Uhr 45 Min. 236 *g* Saft:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 2 Uhr 25 Min. bis 5 Uhr 25 Min. 17. Januar, d. h. 27 Stunden	31,2 *mg*	18°

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden:

Gas	Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp. Grad
Wasserstoff. . . .	100 *ccm*	Von 2 Uhr 25 Min. bis 5 Uhr 25 Min. 27. Januar, d. h. 27 Std.	31,2 *mg*	18

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden.

Folgende 250 *g* der zweiten Portion befanden sich im Laufe von 28 Stunden 25 Min. bei einer Temperatur von − 11° bis − 3,9° C. Den 16. Januar wurden sie um 1 Uhr 45 Min. nachmittags zerschnitten, und man erhielt um 2 Uhr 5 Min. 111 *g* (108 *ccm*) Saft. Während des Zerreibens waren 60 *g* Kieselguhr zugesetzt worden:

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 2 Uhr 45 Min. bis 5 Uhr 45 Min. 17. Januar, d. h. 27 Stunden	2 *mg*	18°

Der Saft schied keine CO_2 mehr aus.

Siebenter Tag nach der Verletzung (18. Januar). 25 *g* der dritten Portion schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 10 bis 12 Uhr.	5,6	11,2	15

25 *g* der dritten Portion befanden sich im Laufe von 24 Stunden bei einer Temperatur von − 8,7° bis − 10° C. Am 19. Januar schieden sie folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 10 Uhr 15 Min. bis 4 Uhr 15 Min.	12,8	51,2	16,5

Folgende 325 *g* der dritten Portion befanden sich im Laufe von 24 Stunden bei einer Temperatur von − 8,7° bis − 10° C. Sie wurden am 19. Januar um 11 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 11 Uhr 20 Min. 235 *g* (225 *ccm*) Saft.

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp.
100 *ccm*	Von 12 Uhr bis 3 Uhr 20. Januar, d. h. 27 Stunden	36,8 *mg*	16 – 18°

Zehnter Tag nach der Verletzung (am 21. Januar). 50 *g* der vierten Portion schieden folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 12 Uhr 15 Min. bis 2 Uhr 15 Min..	9,6	9,6	18
„ 2 Uhr 15 Min. bis 4 Uhr 15 Min..	9,6	9,6	18

25 *g* der vierten Portion waren im Laufe von 20 Std. 15 Min. bei einer Temperatur von − 10° bis − 11° C. Sie schieden am 22. Januar folgende Menge CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Menge der CO_2		Temp.
	in *mg*	in 1 Stunde 100 *g*	Grad
Von 8 Uhr bis 2 Uhr	11,8	47,2	16,5

Folgende 185 *g* der vierten Portion befanden sich im Laufe von 20 Std. 15 Min. bei einer Temperatur von − 10° bis − 11° C. Sie wurden am 22. Januar um 9 Uhr vormittags zerschnitten, und man erhielt um 9 Uhr 20 Min. 135 *g* (128 *ccm*) Saft.

Menge des Saftes	Dauer des Versuches	Menge der CO_2	Temp
100 *ccm*.	Von 10 Uhr bis 2 Uhr 23. Januar, d. h. 27 Stunden	13 2 *mg*	16,5 – 18°

Die Ergebnisse dieses Versuchs sind in Fig. 2 dargestellt. Die Kurve stellt die Atmung des Saftes dar, welcher aus der erfrorenen Zwiebel erhalten worden ist.

Bei diesem Versuch konnte man allemal, nach der Menge des

$BaCO_3$-Niederschlag urteilend, beobachten, dass CO_2 in beträchtlichen Mengen nur in den ersten Stunden, nachdem der Saft oder die gefrorene Zwiebel die Temperatur des Zimmers angenommen hatte, zur Ausscheidung kam. Darauf sank die CO_2-Ausscheidung schroff, ebenso wie in den Versuchen von Fräulein GRIGORIEW[1]) mit der CO_2-Ausscheidung von Zymin. Im letzten Versuche fällt besonders die hemmende Eigenschaft des Kieselguhrs auf. Der ohne Kieselguhr erhaltene Saft scheidet 31,2 *mg* CO_2 aus; der mit Kieselguhr erhaltene Saft scheidet bei sonst gleichen Bedingungen nur 2 *mg* CO_2 aus.

Nach dem äusseren Aussehen bestand dieser Unterschied in folgendem: der ohne Kieselguhr erhaltene Saft schäumte sehr, der mit Kieselguhr erhaltene war klar. Unter dem Mikroskop konnte man sie nur durch Luftbläschen in dem ersten unterscheiden. Wahrscheinlich hält der Kieselguhr die Atmungsfermente in sich zurück, denn es ist schwer vorauszusetzen, dass er irgendwelche mechanischen Teile des Saftes zurückhält.

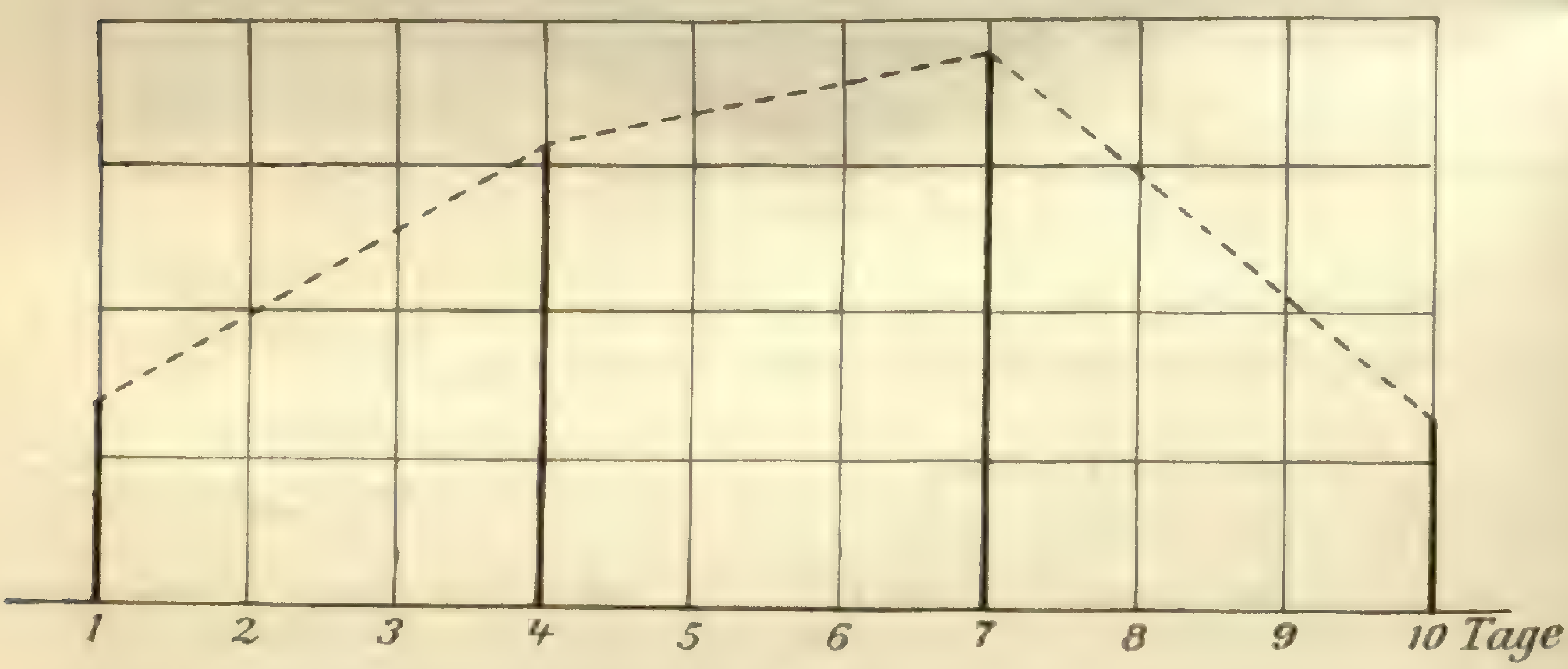


Fig. 2.

An dem letzten Versuch ist klar zu ersehen, dass der Sauerstoff, welcher energisch absorbiert wird (was man am Braunwerden des Saftes merkt) keinen Einfluss auf die CO_2-Ausscheidung hat.

Auf Grund der oben beschriebenen Versuche gelangt man zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Der Saft der verletzten Zwiebeln atmet energischer als der Saft der gesunden Zwiebeln.

2. Die Energie der Atmung einer verletzten Zwiebel und des aus ihr erhaltenen Saftes steigt allmählich, erreicht ihr Maximum und sinkt darauf.

---

1) GROMOW und GRIGORIEW, Zeitschr. für physiol. Chemie, 1904, Band XLII, Heft 4.

3. Die Verletzung bedingt eine gesteigerte Bildung von Atmungsenzymen, was eine gesteigerte Atmungsenergie der verletzten Pflanze zur Folge hat.

4. Die durch Verletzung hervorgerufene Entwicklung von Atmungsfermenten geht nur an der Luft vor sich. Das ist aus der Tatsache ersichtlich, dass SMIRNOFF keine gesteigerte Kohlensäureausscheidung bei verletzten Zwiebeln, welche die ganze Zeit in einer Wasserstoffatmosphäre gehalten worden waren, beobachtet hat.

5. Der aus erfrorenen Zwiebeln erhaltene Presssaft atmete viel energischer als der Presssaft aus nicht erfrorenen Zwiebeln.

6. Verletzte und dann erfrorene Zwiebeln zeigen nach dem Auftauen ihr Atmungsmaximum später als nicht erfrorene Zwiebeln oder der aus ihnen erhaltene Presssaft.

7. Der Saft verletzter Zwiebeln entwickelt sowohl an der Luft, als auch in Wasserstoffatmosphäre gleiche Mengen Kohlensäure. Dasselbe hat MAXIMOW[1]) für den Saft von *Aspergillus niger* bewiesen.

8. Der Presssaft aus den Zwiebeln absorbiert Sauerstoff. Die Reaktion mit Guajakharz zeigt, dass der Saft der verletzten Zwiebeln mehr Oxydasen enthält als der Saft der gesunden Zwiebeln.

St. Petersburg, Botan. Laboratorium der Frauenhochschule.

---

1) MAXIMOW, Berichte der Bot. Ges., XXII, 1904, S. 225.

21. Hans Bachmann: Botanische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees.

Mit Tafel III.

Eingegangen am 29. März 1905.

2. Chlamydomonas als Epiphyt auf Anabaena flos aquae Ralfs.

Seit dem Jahre 1897 beobachtete ich unter den Phytoplanktonten des Vierwaldstätter Sees als ständigen Bestandteil *Anabaena flos aquae* Ralfs. Die kettenförmig aneinander gereihten Zellen bilden kugelige Knäuel, deren Durchmesser bis 1 *mm* erreichen kann. Schon mit unbewaffnetem Auge bemerkt man diese schwebenden Kolonien von einem grauen Filze umkleidet, welcher sich unter dem Mikroskope in unzählige Vorticellen auflöst (Fig. 1). Dieses Zusammenleben von *Anabaena* und *Vorticella* wurde schon 1896 von APSTEIN und von SCHRÖTER abgebildet. Es ist eine so regelmässige Erscheinung im Vierwaldstätter See, dass *Anabaena*-Kolonien ohne Vorticellen hier die grössten Seltenheiten sind. Am 29. Dezember 1904 wurde bei Immensee auf dem Zuger See Plankton gefischt. Da zeigte sich diese Alge in so grosser Menge, dass sie eine förmliche Seeblüte bildete. Noch grossartiger war die Seeblüte von *Anabaena* auf dem Luganer See am 5. Januar 1905. Der See war spiegelglatt, und in voller Pracht ergoss die Sonne bis gegen 3 Uhr ihre ganze Lichtfülle über den einzig schönen „Ceresio“. Unser Boot glitt beinahe eine Viertelstunde lang durch eine feine Staubschicht, auf welcher die Sonnenstrahlen in allen Farben des Regenbogens sich brachen. Diese Staubschicht bestand aus den Millionen von *Anabaena*-Kolonien, von denen einige meiner Proben mehrere Millimeter Durchmesser zeigten. Sowohl die *Anabaena* des Zuger- als diejenige des Luganer Sees waren mit Vorticellen vergesellschaftet. Ich werde über die Symbiose der Planktonten später noch berichten.

Als regelmässigen Begleiter dieser *Anabaena*-Genossenschaft habe ich im Vierwaldstätter See seit Jahren einen einzelligen grünen Organismus getroffen[1]), den ich

Chlamydomonas inhaerens n. sp.

nenne.

Im Jahre 1892 beschrieb ARTARI (92) eine *Chlamydomonas apiocystiformis*, von welcher er angibt, dass die Zellen nach einiger Zeit der Bewegung sich auf ein Substrat (Wurzelhaare der *Azolla*) festsetzen und ihre Geisseln verlieren. Eine andere Angabe über eine festsitzende *Chlamydomonas*-Art ist mir nicht bekannt, weder von WILLE, noch von OLTMANNS.

---

[1]) Daneben traf ich als regelmässigen Einmieter ein *Spirillum* und häufig Stäbchenbakterien, worüber später berichtet wird.

Das Studium der mir vorliegenden *Chlamydomonas* wird durch zwei Punkte sehr erschwert. Erstens ist es mir noch nicht gelungen, die *Anabaena* mit *Chlamydomonas* weder in der feuchten Kammer, noch in grösseren Gefässen mehrere Tage lebend zu erhalten. Sobald *Vorticella* stirbt, geht auch *Anabaena* zugrunde, und dann folgt unmittelbar der Tod von *Chlamydomonas*. Zweitens können die *Chlamydomonas*-Zellen erst genauer studiert werden, wenn man unter dem Deckglase das Wasser soweit entzieht, dass das Deckglas die *Anabaena*-Kolonie auseinander presst. Durch diesen Druck werden aber wiederum Vorticellen- und *Anabaena* rasch getötet. Besonders das aus den verletzten *Anabaena*-Zellen ausgepresste Protoplasma wirkt wie ein deformierendes Gift tödlich auf *Chlamydomonas* und unterbricht die Beobachtung.

Die *Chlamydomonas inhaerens* tritt innerhalb der *Anabaena*-Windungen in Nestern von vier und mehr Zellen auf (Fig 2). Die Zellen haben eine eiförmige Gestalt von 7—13 μ Länge und 3—12 μ grösstem Breitendurchmesser (Fig. 3). Der spitzere Teil der Zelle ist als Vorderende zu bezeichnen. Alle Zellen einer Gruppe neigen ihre Vorderenden gegeneinander (Fig. 12). Die Zelle ist von einer äusserst dünnen Membran umkleidet, welche namentlich bei der Plasmolyse deutlich hervortritt. Aber weder die Chlorzinkjodreaktion, noch die Anwendung von Jodjodkali und Schwefelsäure ergibt eine Cellulosefärbung. Am Vorderende ist diese Membran sehr schwer zu sehen; der Umriss der Zelle ist da undeutlich. Lebendfärbung der Zellen mit Methylenblau, Methylviolett, Gentianaviolett, Eosin, Fuchsin, Safranin, Rutheniumrot ergibt kein deutlicheres Hervortreten der Membran. Nur in wenigen Fällen wurde die Beschaffenheit des Vorderendes deutlicher. Als Fixierungsmittel verwendete ich 1 pCt. Chromsäure, Osmiumsäure, Chromosmium-Essigsäure, Alkohol, 5 pCt. Formol und färbte darauf mit verschiedenen Farbstoffen, worunter auch mit Hämatoxylin, aber stets blieb die Membran besonders am Vorderende ungefärbt, während z. B. *Botryococcus*-Zellen und deren Gallertverbindungen gut gefärbt wurden. Wenn sich solche Nester von *Chlamydomonas*-Zellen lostrennten und von den Strudelbewegungen einer *Vorticella* ergriffen wurden, konnte man deutlich konstatieren, dass die Zellen am Vorderende durch unsichtbare Fäden verbunden waren. Nur bei wenigen Fuchsinfärbungen und unter Anwendung künstlichen Lichtes, auch bei Färbungen mit GRENACHER's Hämatoxylin konnten am Vorderende Schleimfäden nachgewiesen werden, welche den Zusammenhang der Zellen bewirken; allein diese Schleimsubstanzen sind von denjenigen der übrigen Planktonalgen verschieden (Fig. 5—7). Das Vorderende vieler Zellen besitzt auch die für viele *Chlamydomonas*-Arten charakteristischen papillenartigen Vorwölbungen. Bei allen Färbungsversuchen konnte man ein viel langsameres Eindringen des Farbstoffes beobachten, als das bei den *Anabaena*-Zellen und den darauf sitzenden Vorticellen der Fall war.

Im Hinterende liegt das glockenförmige Chromatophor von hübsch grüner Farbe. In der Mittellinie zeigt es einen spitzwinkligen Einschnitt. Ein grosses Pyrenoid findet sich im Hinterteil des Chromatophors und besitzt eine beträchtliche Stärkehülle.[1]) Bei den bloss 3—5 μ dicken Zellen, welche aus dem beweglichen Zustande sich festgesetzt haben, ist das Chromatophor eine schalenförmig gebogene Platte, welche der einen Längsseite der Zelle anliegt. Das Pyrenoid liegt in der Mitte (Fig. 4).

Im Ausschnitt des Chromatophors liegt der Zellkern. Von allen Farbstoffen färbt das GRENACHER'sche Hämatoxylin den Zellkern am besten. Daneben wird auch der zentrale Teil des Pyrenoids gefärbt. Auch bei Jodjodkalizusatz wird der Zellkern sichtbar.

Im Vorderende der Zelle sind zwei pulsatile Vacuolen vorhanden. Die beweglichen Zellen besitzen auch einen deutlichen Augenfleck (Fig. 4*s*) im Vorderrande des Chromatophors. Er ist ein kurzes Stäbchen. Bei den festsitzenden Zellen fehlt dieser Augenfleck.

Während des ganzen Jahres trifft man Zellen in Teilung begriffen. Vor der Zellteilung wird das Pyrenoid undeutlich und verschwindet ganz (Fig. 5). Dann teilt sich der Zellinhalt der Länge nach in zwei Hälften. Gleichzeitig hat sich das Protoplasma vorn und hinten etwas von der Mutterzellmembran zurückgezogen und abgerundet (Fig. 5 und 9). Es erfolgt dann eine zweite Teilung, ebenfalls in der Längsrichtung, aber senkrecht auf der vorigen Teilungsebene. Die Teilung kann bloss die eine der beiden jungen Zellen betreffen, so dass dann innerhalb der gemeinsamen Membran drei junge Zellen liegen (Fig. 9). Geht die Teilung weiter, so entstehen vier, sechs oder seltener acht junge Zellen (Fig. 10). Diese jugendlichen Zellen besitzen beinahe die Länge der Mutterzelle (8—9 μ), sind aber bloss 3 μ dick. Jede Zelle erhält zwei Cilien, welche meistens um ein weniges die Körperlänge übertreffen und am Vorderende neben der papillenartigen Vorwölbung inseriert sind (Fig. 11). Schon innerhalb der Mutterzellmembran verändern sie ihre Lage. Dann befreien sich diese Schwärmzellen nacheinander aus ihrer Geburtsstätte und schwärmen in ruckweisen Bewegungen zwischen den *Anabaena*-Fäden umher, oder entfernen sich überhaupt von ihrem Wohnorte, um auf anderen *Anabaena*-Kolonien sich niederzulassen. Ihre Bewegungskraft ist bedeutend intensiver als die Strudelbewegung der Vorticellen, und daher fallen sie nicht derselben zum Opfer. Diese Schwärmzellen setzen sich mit dem Vorderende zwischen eine Fadenschlinge der *Anabaena* fest, wechseln aber oft mehrmals ihren Platz, bis sie sich definitiv angesiedelt haben. Man wird bei dieser Beobachtung unwillkürlich an das Herumschnuppern eines Tieres erinnert, welches einen günstigen Wohnplatz sucht. Das definitive Festsetzen besteht sehr wahrscheinlich in einer Verschleimung der Cilien; wenigstens würde ein Fuchsinpräparat darauf hindeuten, welches zwei Schleimfäden analog den Cilien zeigte (Fig. 6). Die festsitzenden Zellen wachsen dann zur normalen Grösse heran und gehen wieder zur Teilung über.

---

[1]) Es gibt auch Zellen mit zwei und drei Pyrenoiden. OLTMANNS sagt, dass die Zahl der Pyrenoide durch geeignete Ernährung vermehrt werde.

Schon DILL (95) hat in seiner hübschen Arbeit über *Chlamydomonas* auf den eigentümlichen Übergang der Längsteilung zur Querteilung aufmerksam gemacht. Dieselbe besteht darin, dass zuerst eine Längsteilung erfolgt. Aber bevor dieselbe beendet ist, dreht sich der gesamte Plasmainhalt innerhalb der gemeinsamen Membran so weit, bis die Teilungsebene quer zur Längsachse der Mutterzelle liegt. Dann erfolgt die zweite Teilung wieder in der Längsachse der Mutterzelle, also quer zur ersten Teilungsebene. Auch bei der mir vorliegenden *Chlamydomonas*-Art habe ich neben dem vorhin beschriebenen Modus einer reinen Längsteilung Zellen getroffen, deren Teilungsebene zur Längsachse schief oder quer war. Nach DILL müsste man diese Erscheinung als Drehung des Plasmas von der Längs- zur Querachse deuten. CHODAT (02) bespricht diese Längs- und Querteilung der *Chlamydomonas* auch. Er sagt: „Ici (d. h. bei *Chlamydomonas Reinhardi* var. *intermedia* Chod.) cependant la division longitudinale passe rapidement à un cloisonnement oblique et finalement, mais pas toujours, à un cloisonnement transversal“. „S'il y a double bipartition avant la mise en liberté des nouveaux *Chlamidomonas*, ceci peut se faire aux dépens d'une bipartition oblique, puis perpendiculaire à la première, ou aussi par deux ségmentations en croix.“ Auch bei der vorliegenden *Chlamydomonas*-Art scheint der Teilungsmodus nicht immer der nämliche zu sein. Die Drehung des „cloisonnement oblique“ zum „cloisonnement transversal“ ist sicherlich keine regelmässig auftretende Erscheinung.

Ob Gametenkopulation vorkommt, konnte ich bisher nicht konstatieren.

DILL führt folgende Species der Gattung *Chlamydomonas* an:

A. Mit Längsteilung: Gameten mit Membran.

Chlamydomonas gigantea Dill.
„ *reticulata* Gorosh.
Chlamydomonas angulosa Dill.
„ *Ehrenbergii* Gor.

B. Längsteilung nur angelegt, vollendet als Querteilung. Gameten mit Membran.

Chlamydomonas longistigma Dill.
„ *gloeocystiformis* Dill.
„ *Braunii* Gor.

C. Mit Querteilung und nackten Gameten.

Chl. Reinhardi Dang.
„ *De Baryana* Gor.
„ *parietaria* Dill.
„ *grandis* Skin.
Chl. stellata Dill.
„ *Steinii* Gor.
„ *Kuteinikowy* Gor.
„ *Pertyi* Gor.

CHODAT gibt folgende Übersicht:

A. Pas de pyrénoïde.

Chlamydomonas reticulata Gor.
„ *variabilis* Dang.

B. Un seul pyrénoïde arrondi ou polyédrique.

Chl. globulosa Perty.
„ *stellata* Dill.
„ *gloeocystiformis* Dill.
„ *De Baryana* Dill.
„ *parietaria* Gor.
„ *angulosa* Dill.
Chl. Reinhardi Dang.
„ *Ehrenbergii* Gor.
„ *Kuteinikowy* Gor.
„ *ovata* Dang.
„ *Dillii* Dang.

C. Un seul pyrénoïde en bande équatoriale ou deux pyrénoïdes équatoriaux.

Chlamydomonas monadina St.
„ *longistigma* Dill.

D. Deux pyrénoïdes situés dans l'axe principal.

Chlamydomonas pertusa Chod.
„ *metastigma* Stein.

E. Plusieurs pyrénoïdes.

Chlamydomonas gigantea Dill.

Die mir vorliegende *Chlamydomonas* stimmt mit keiner der erwähnten Arten überein. Sie würde in die DILL'sche Gruppe B gehören, wenn die Längsteilung immer in eine Querteilung überginge, was aber nicht der Fall ist. Es lässt sich die DILL'sche Gruppierung nicht aufrecht erhalten. Sie gehörte in die CHODAT'sche Gruppe B, wenn die Zahl der Pyrenoide konstant wäre, was auch nicht zutrifft

Ich habe die obenbeschriebene Art mit Recht als neue Spezies bezeichnet und sie als festsitzend charakterisiert, da ich die Zellen nie anders getroffen habe, als auf *Anabaena flos aquae.* Die Diagnose wird also lauten:

Chlamydomonas inhaerens nov. sp.

Körper eiförmig, 7—13 μ lang, 3—12 μ breit. Membran dünn, am Vorderende undeutlich, in unsichtbare Schleimfäden übergehend. Zwei kontraktile Vacuolen im Vorderende. Stigma, wenn vorhanden, seitlich, stäbchenförmig. Chromatophor glockenförmig mit einem, selten zwei oder drei Pyrenoiden. Letzteres rund. Bewegliche Zellen nur 3 μ breit, 7—12 μ lang, mit zwei Cilien. Längs- und oft Querteilung. Gameten unbekannt.

Wohnt innerhalb der Kettenknäuel von *Anabaena flos aquae.*

Luzern, im März 1905.

Literaturverzeichnis.

APSTEIN, Das Süsswasserplankton. Kiel 1896.

ARTARI, Untersuchungen über Entwicklung und Systematik einiger Protococcoideen. Inaug.-Dissert 1892. — Bullet. de la soc. impér. des naturalistes de Moscou. 1892.

CHODAT, Algues vertes de la Suisse. — Kryptogamenkunde der Schweiz. Vol. I. Fasc. 3. 1902.

DILL, Die Gattung *Chlamydomonas* und ihre nächsten Verwandten. Jahrbücher für wiss. Botan. 1895.

GOROSCHANKIN, Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden. — Bull. de la soc. imp. des nat. de Moscou. 1890. Bd. IV und 1891 Bd. VI.

OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen. Jena 1904.

SCHRÖTER, Die Schwebeflora unserer Seen. — 99. Neujahrsblatt der Nat. Ges. Zürich 1896.

WILLE, Volvocaceae. ENGLER und PRANTL, Natürliche Pflanzenfamilien. 1. Teil 2. Abt: 1897.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Kolonie von *Anabaena flos aquae* mit Vorticellen besetzt. Vergr. 100.

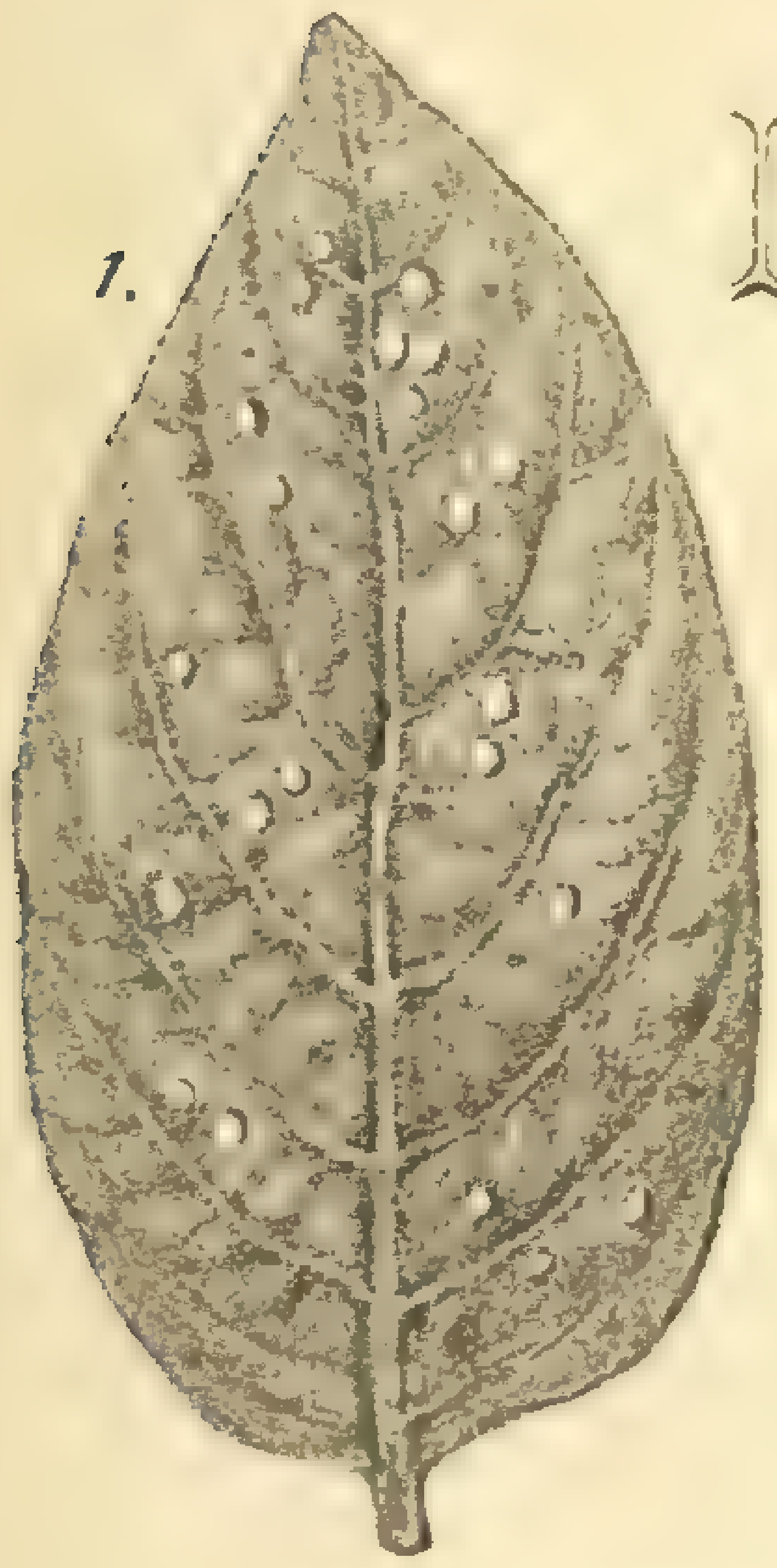
„ 2. Zellketten von *Anabaena flos aquae* mit eingenisteten *Chlamydomonas*-Zellen. Vergr. 500. (Fig. 1 und 2 von stud. MANGOLD gezeichnet.)

„ 3. Festsitzende Zelle von *Chlamydomonas inhaerens.* Vergr. 1200. *v* = pulsatile Vakuolen. *n* = Zellkern. *p* = Pyrenoid.

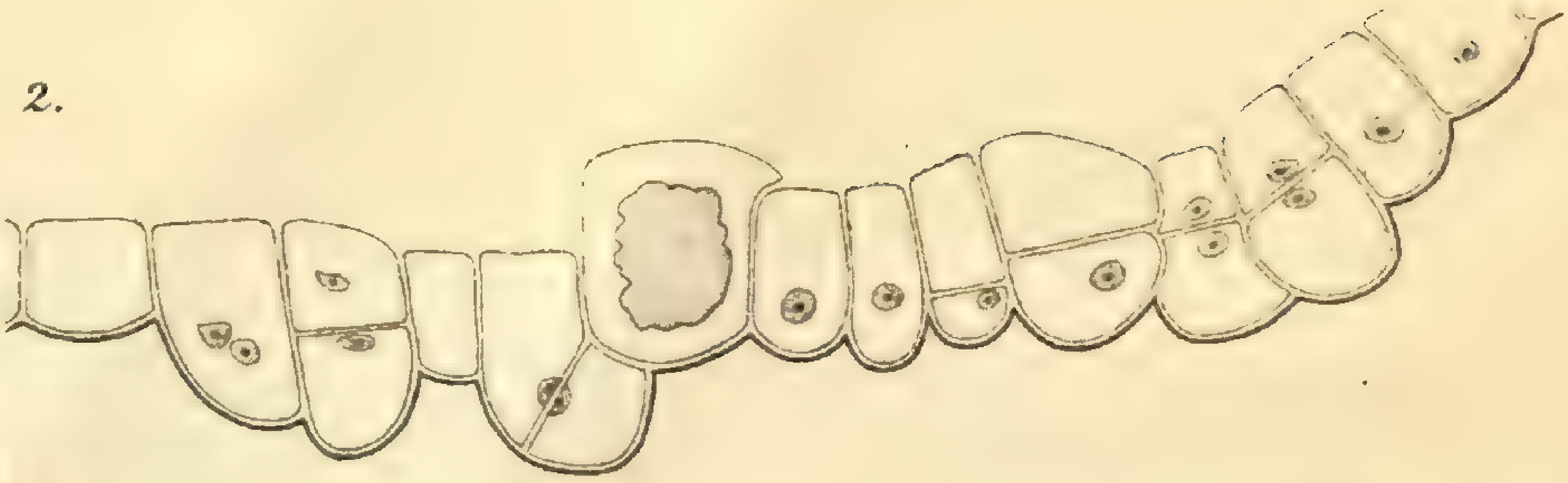
„ 4. Junge Zellen mit schalenförmigem Chromatophor und Augenfleck *s.* Vergr. 1200.

Fig. 5. Zelle in Längsteilung mit Schleimfaden.
„ 6 u. 7. Zellen mit Fuchsin gefärbt. Fig. 6: Vergr. 1600. Fig. 7: Vergr. 1000.
„ 8 u. 10. Zellen in Teilung.
„ 9. Opt. Querschnitt einer in Teilung begriffenen Zelle.
„ 11. Schwärmende Zelle. Vergr. 1000.
„ 12. Zellgruppe mit schwach angedeuteten Schleimfäden. Vergr. 1000. (Fig. 3 bis 12 vom Autor gezeichnet.)

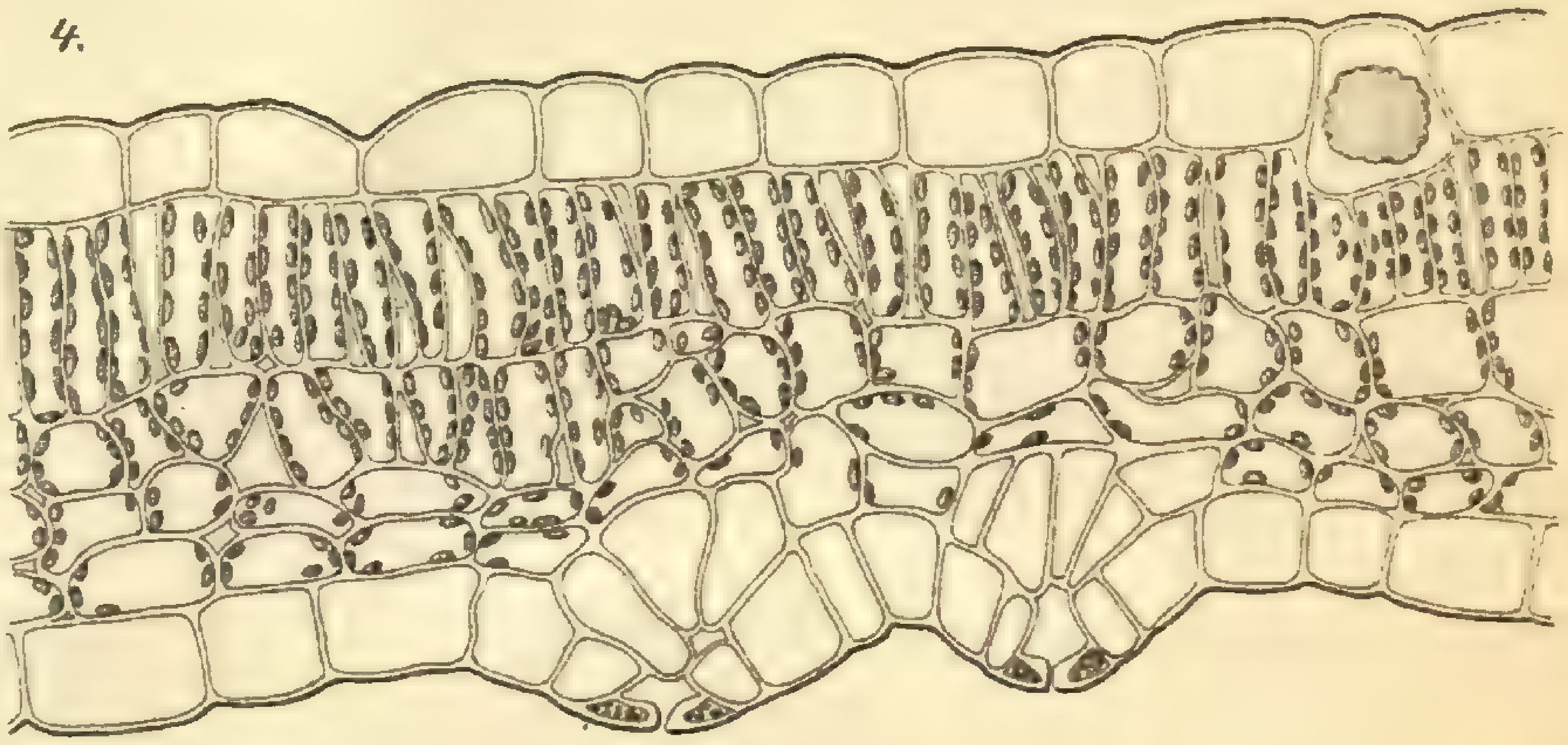
1.



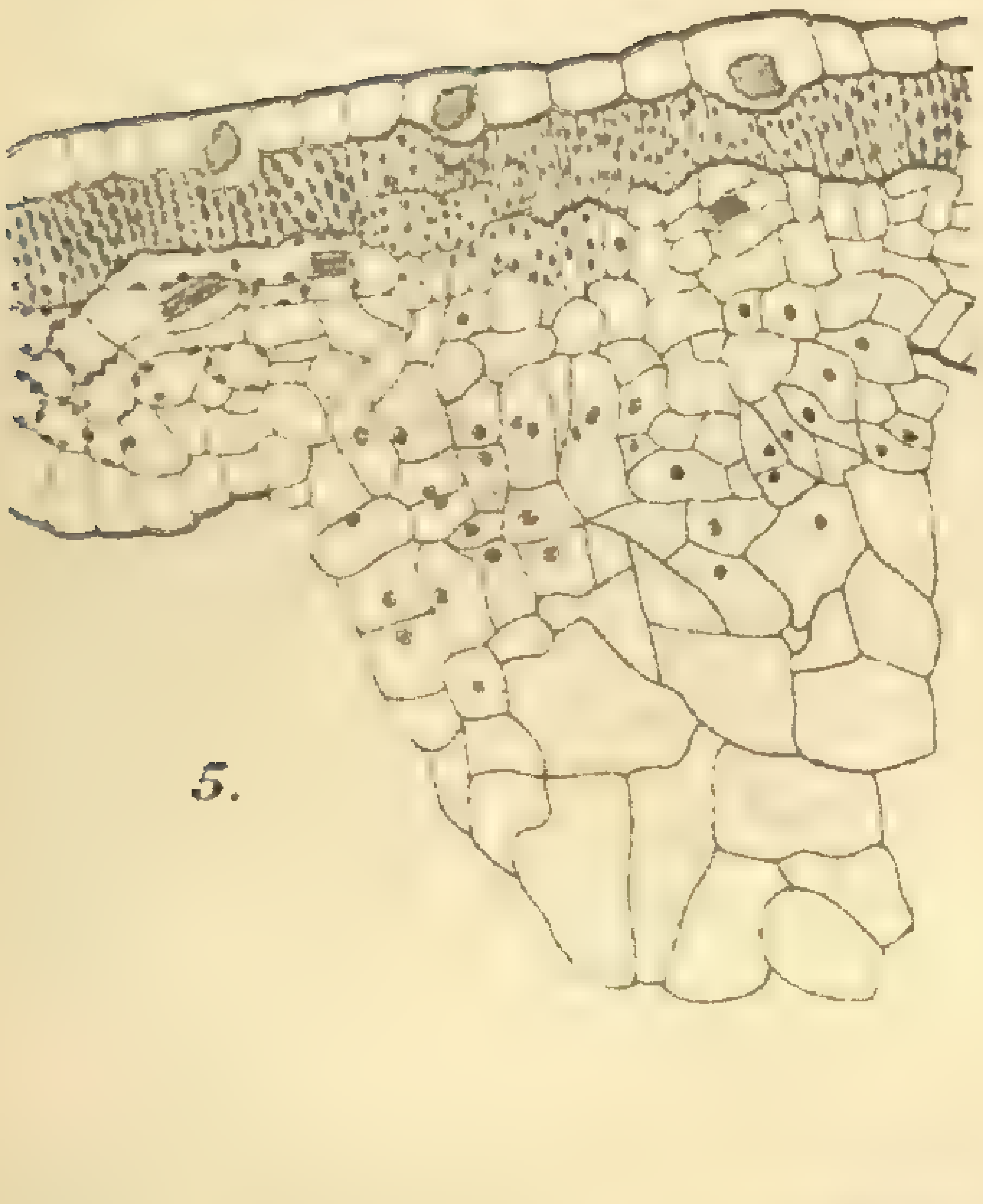
2.



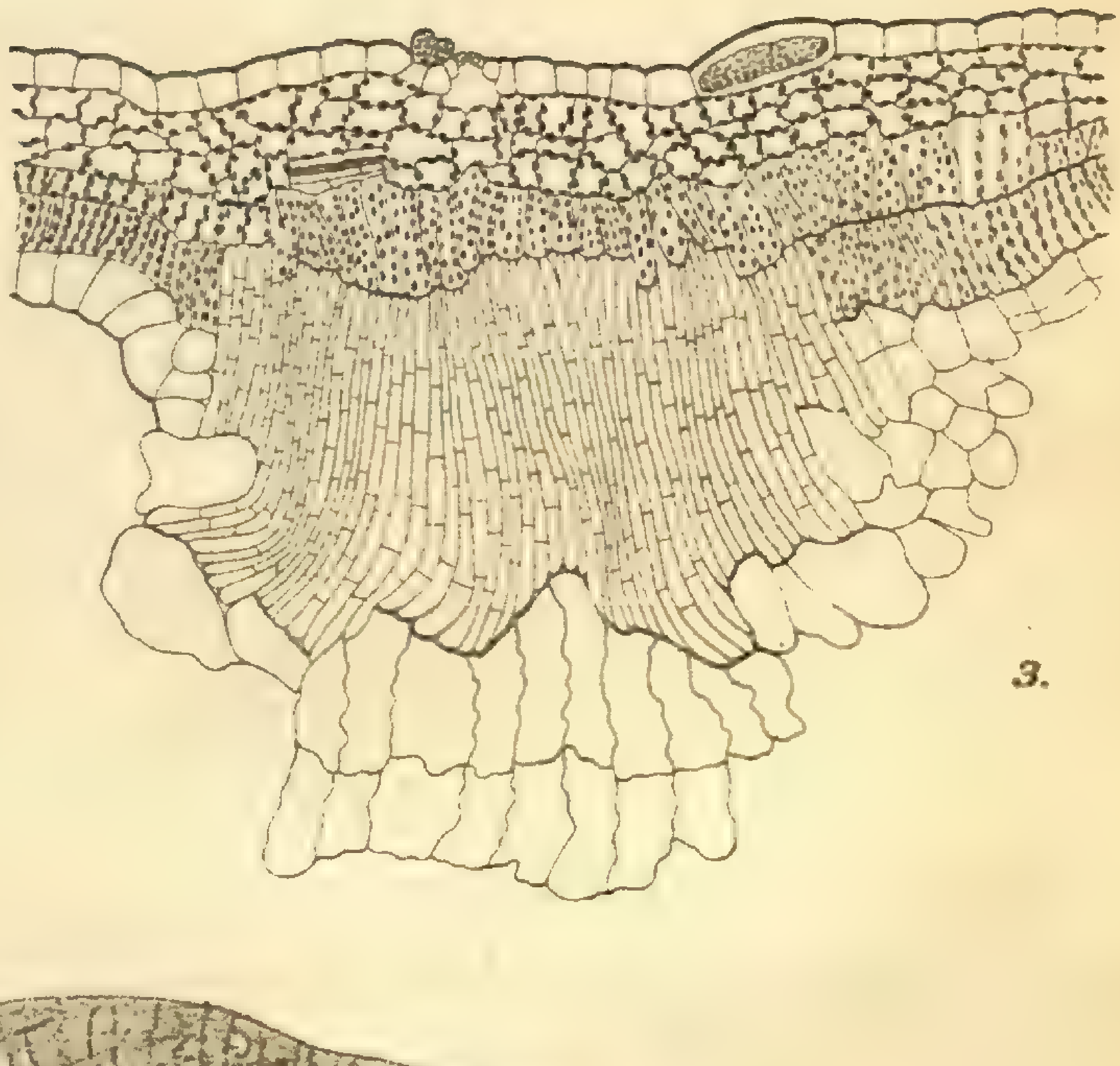
4.



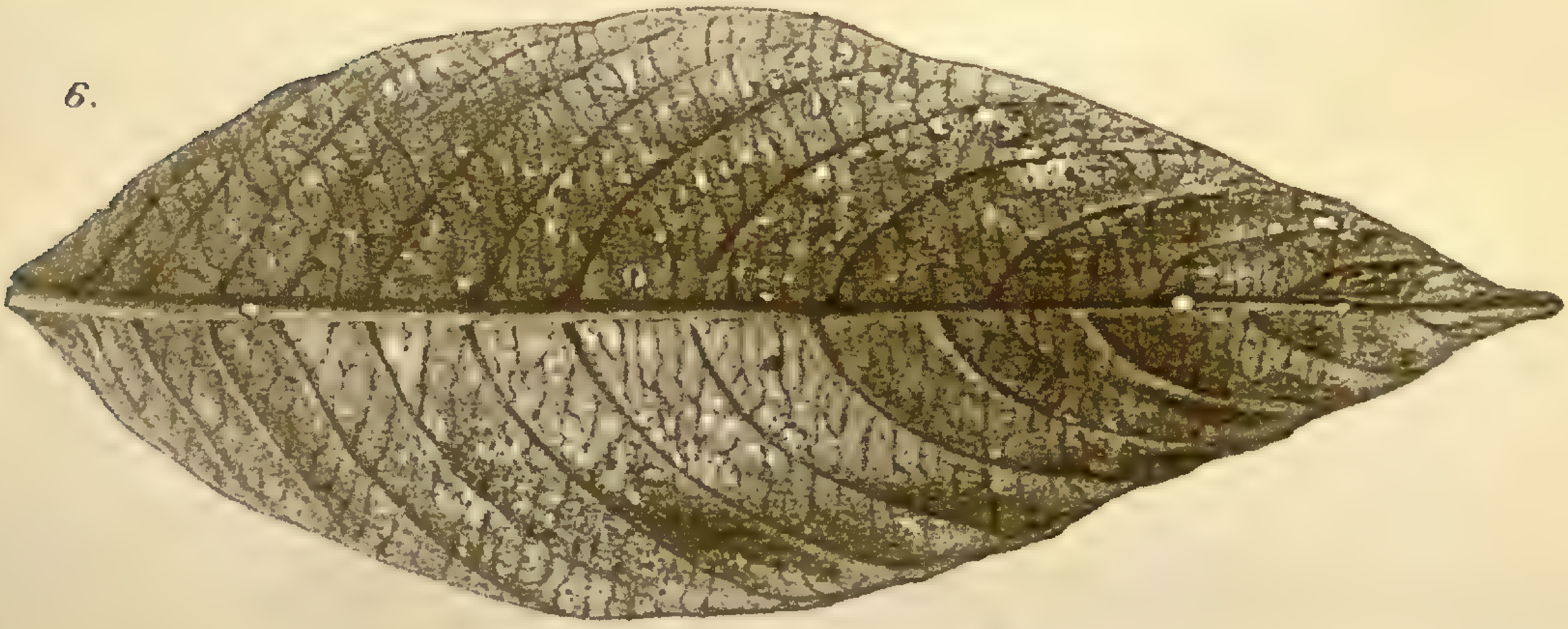
5.



3.

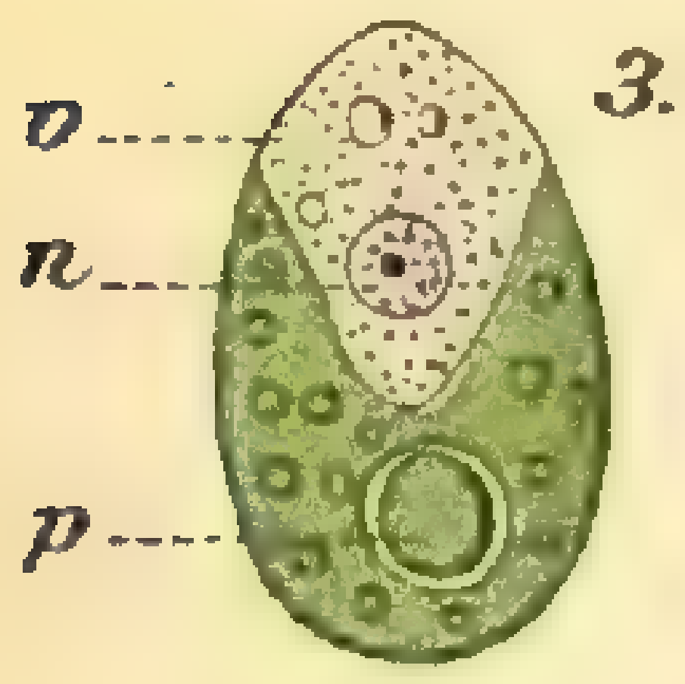


6.

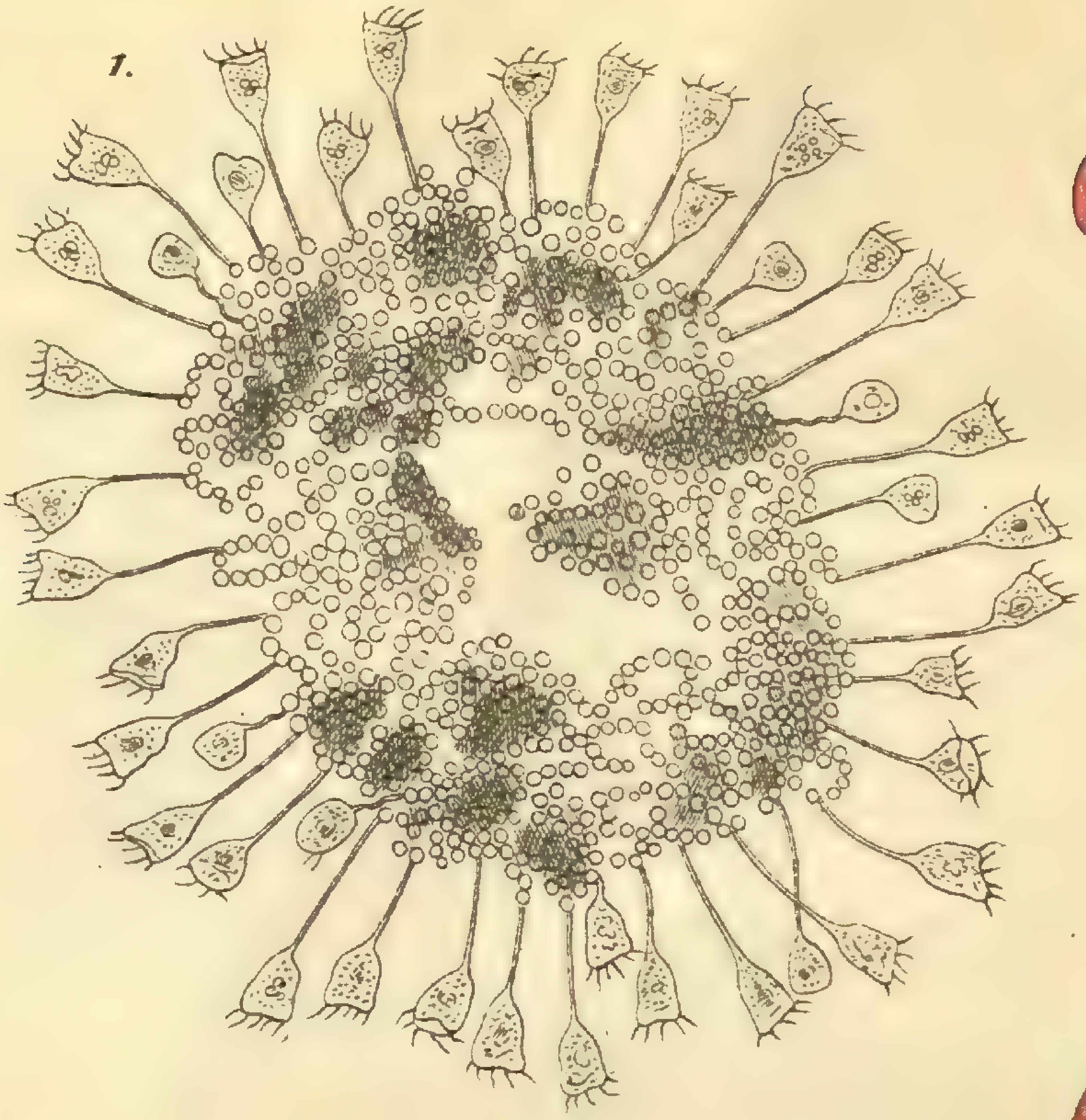


E. Laue lith.

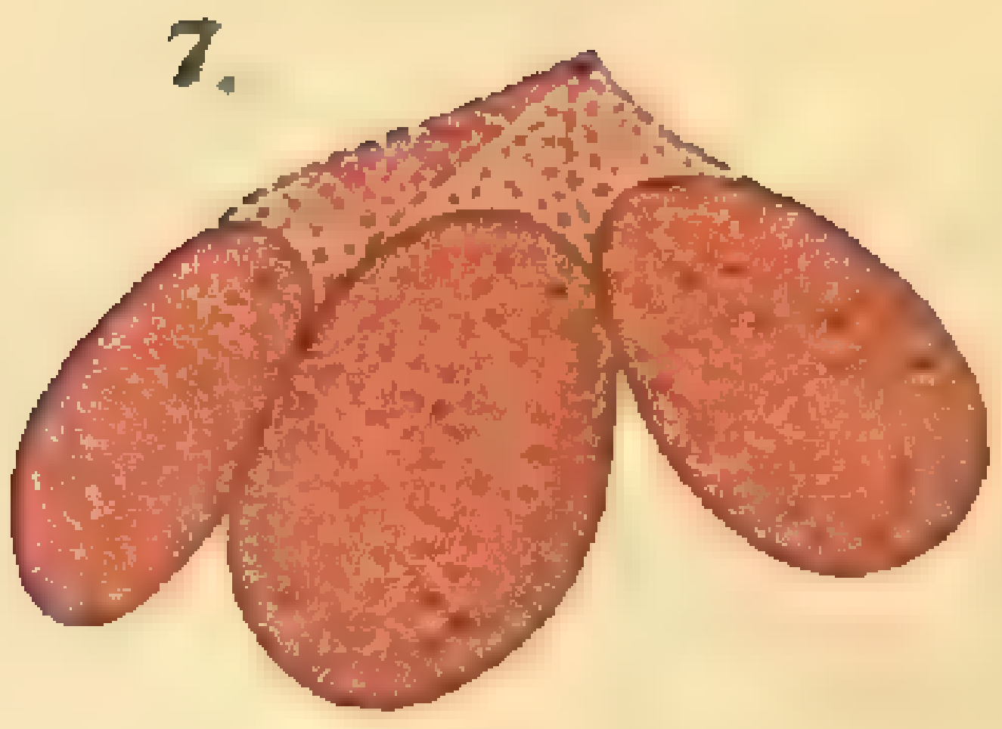
3.



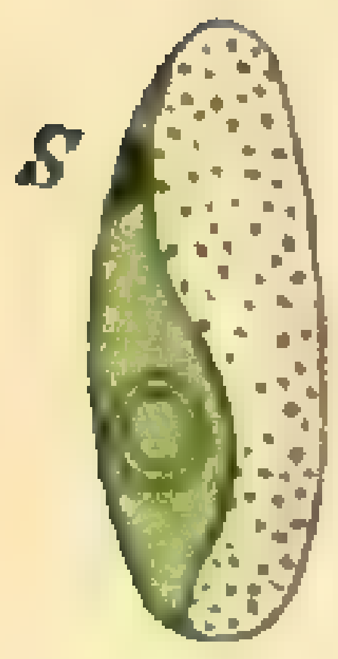
1.



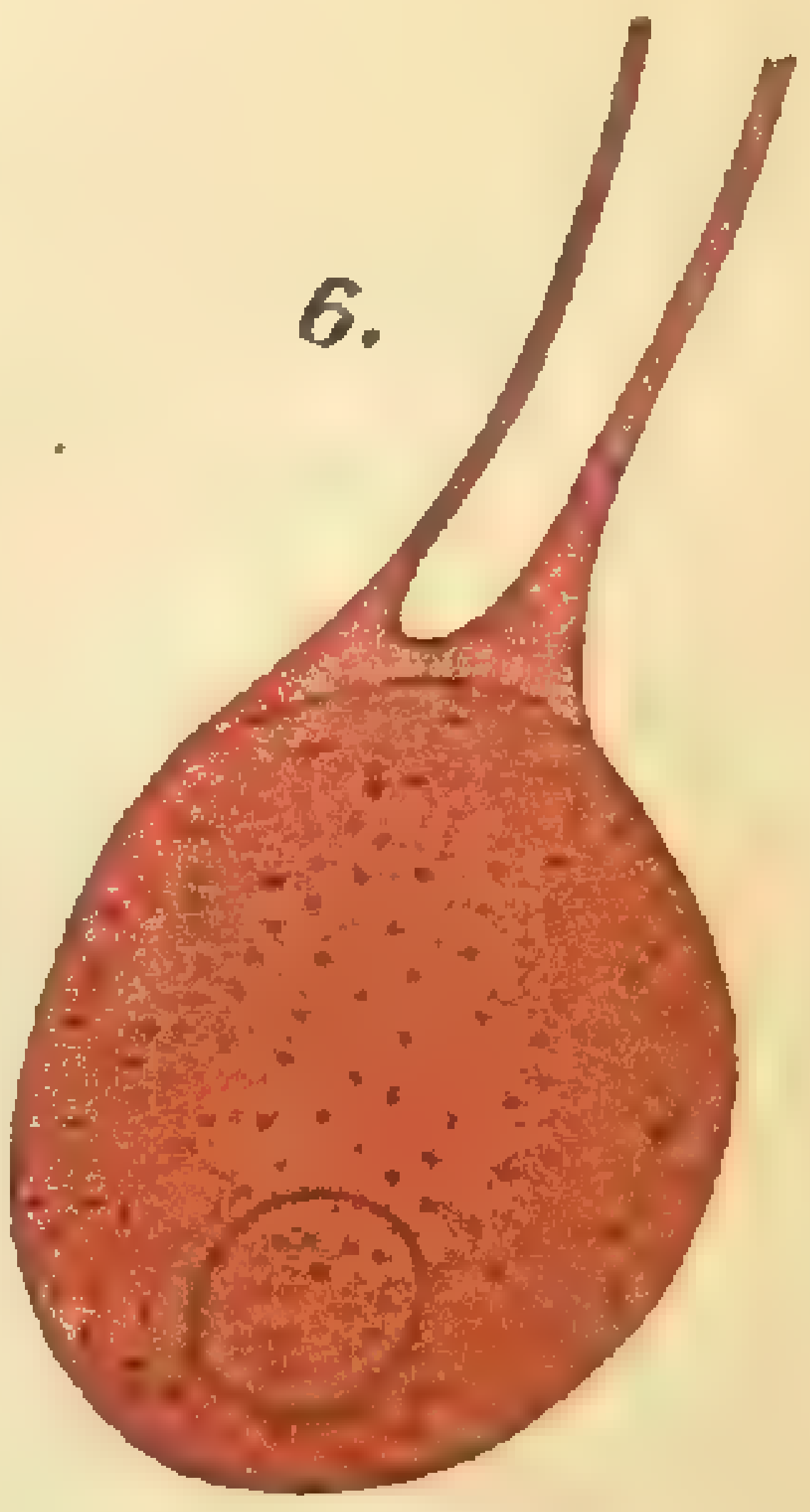
7.



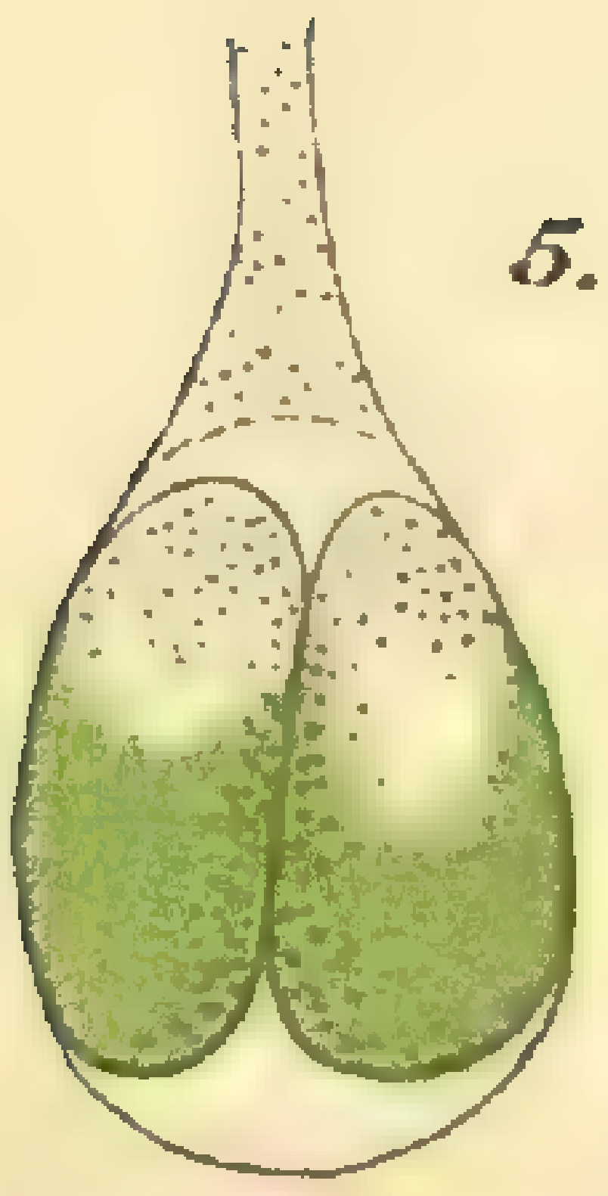
4.



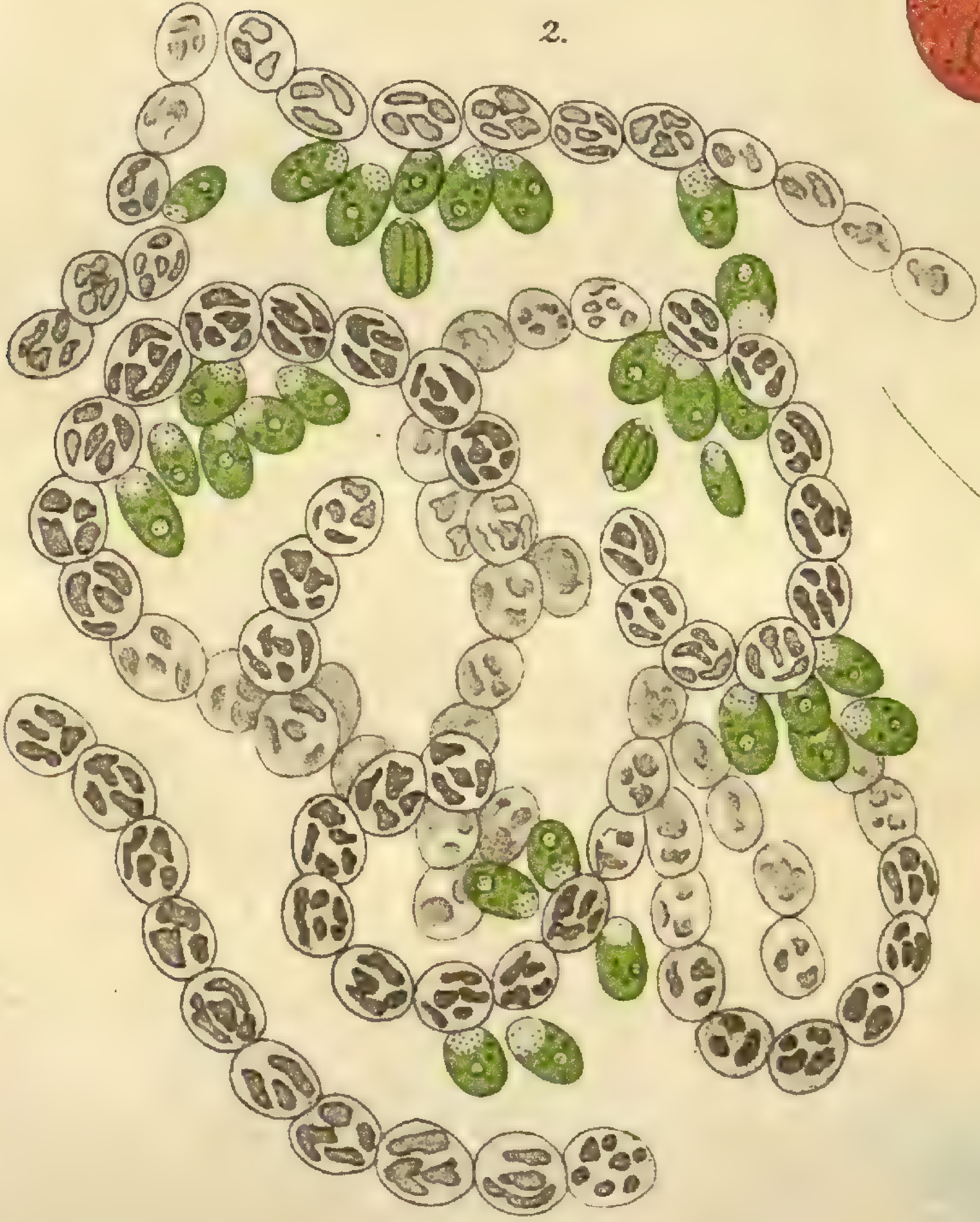
6.



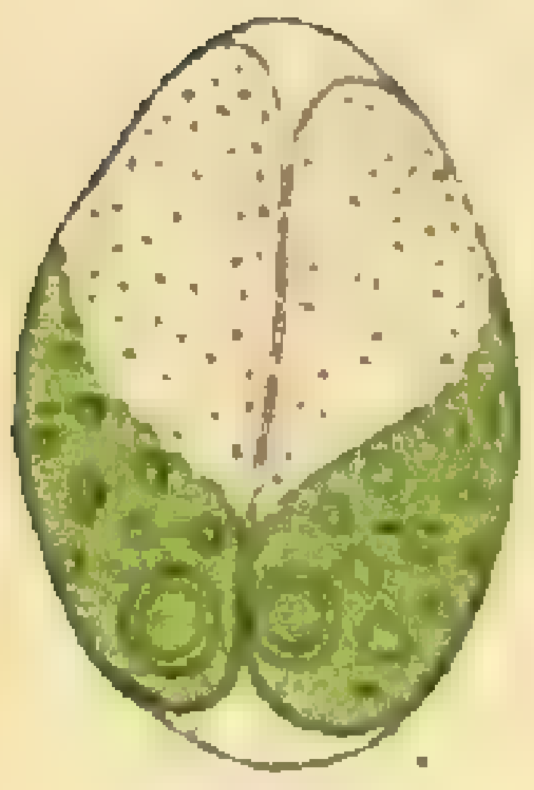
5.



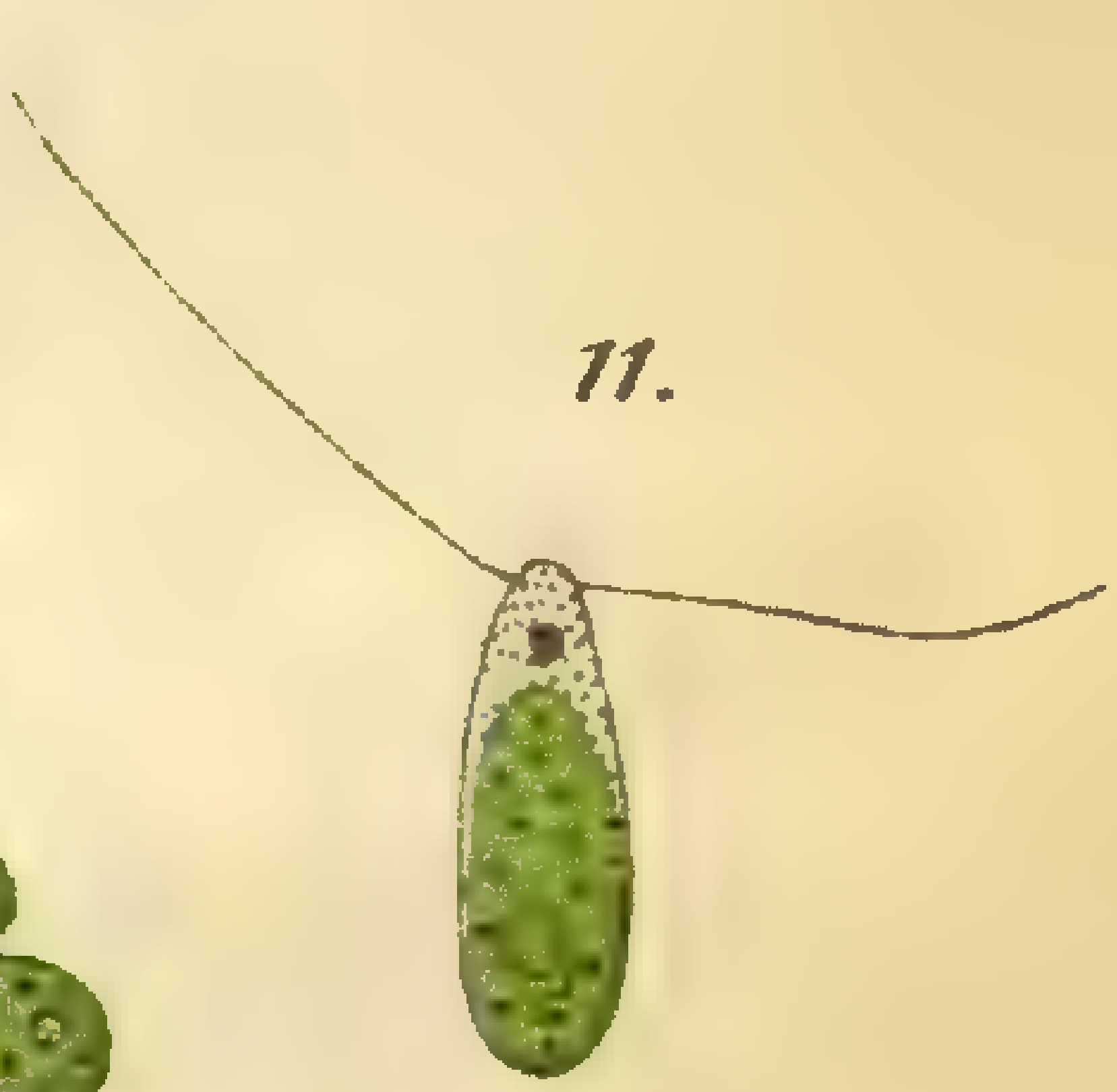
2.



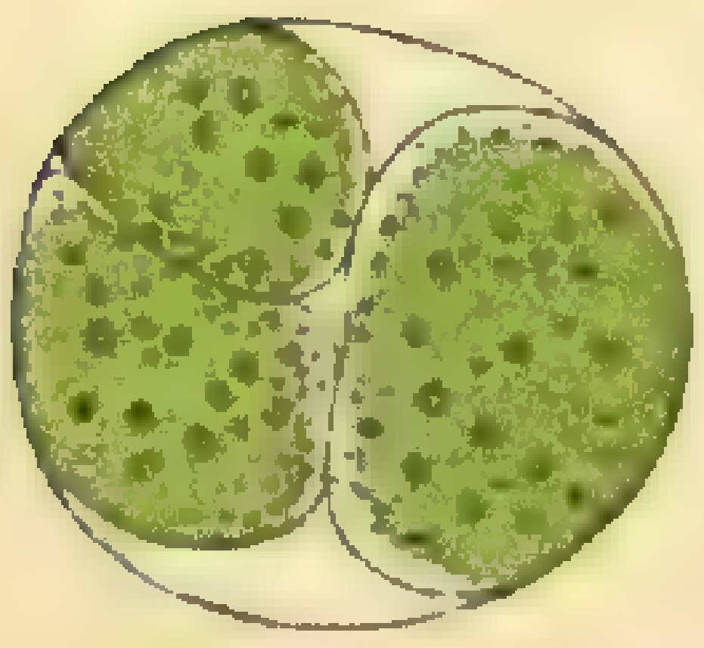
8.



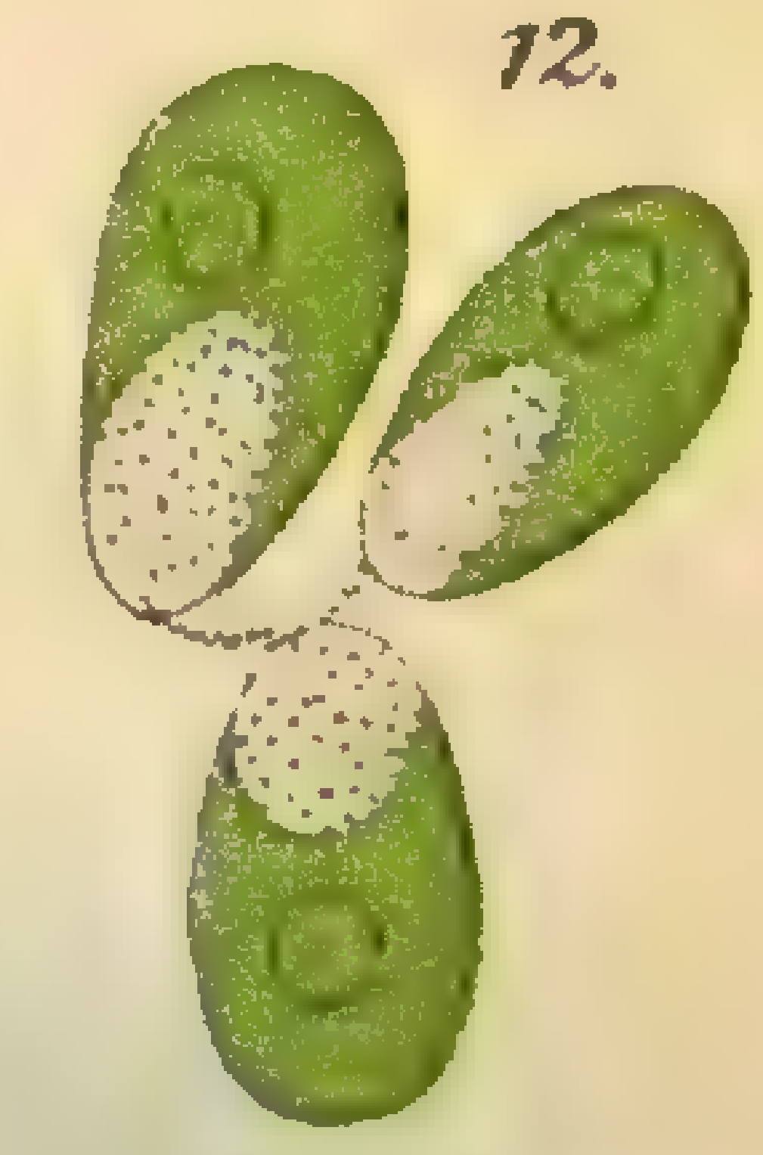
11.



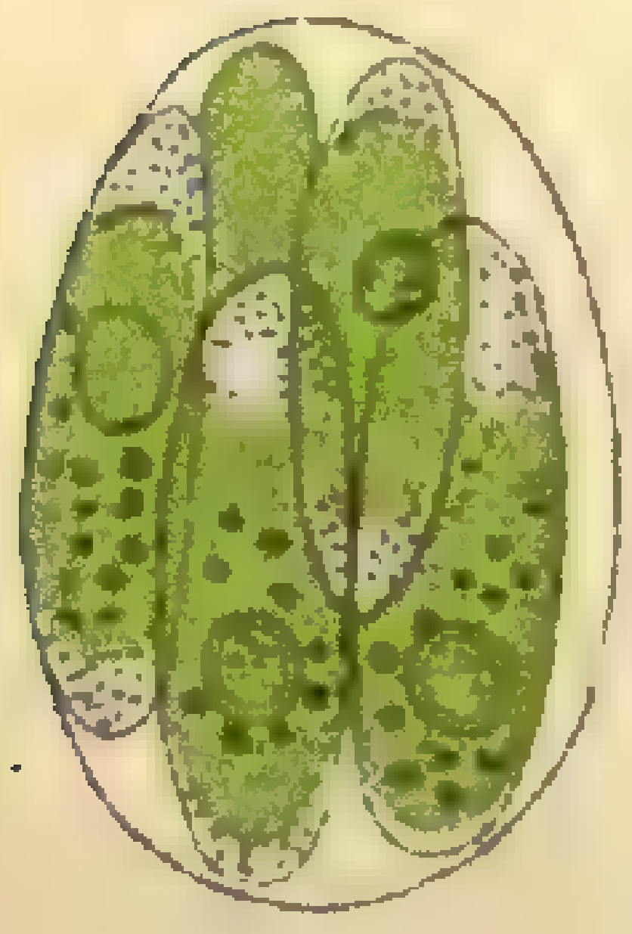
9.



12.



10.



E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauer Strasse 29

Werke von Victor Hehn

Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie in das übrige Europa. Siebente Auflage, neu herausgegeben von Prof. Dr. O. Schrader. Mit botanischen Beiträgen von Prof. Dr. A. Engler. Grossoktav. In eleg. Halbfranzband 14 Mk. 50 Pfg.

„Als Hehns „Kulturpflanzen und Haustiere" 1870 zuerst erschien, war es in mehr als einer Beziehung ein epochemachendes Buch. Wohl nie zuvor war eine staunenswerte Belesenheit in den klassischen Schriftstellern und gründliche Beherrschung der vergleichenden Sprachwissenschaft mit umfassenden botanischen und zoologischen Kenntnissen und einer glänzenden Darstellungsgabe so harmonisch vereinigt gefunden und so glücklich verwertet worden wie in diesem Werk . . . . Den „Kulturpflanzen und Haustieren" aber wünsche ich, dass sie unter so bewährter Leitung noch lange Jahre dem deutschen Volke eine Quelle der Belehrung und wissenschaftlichen Anregung bleiben mögen."

Italien. Ansichten und Streiflichter. Siebente, sorgfältig durchgesehene Auflage mit Lebensnachrichten über den Verfasser. Elegant gebunden 7 Mk.

„Das bedeutendste Buch, das uns der diesjährige Büchermarkt über Italien gebracht hat, ein Buch, das ganz die stark subjektive, geistreiche, so schroffe und doch wieder so zarte, so rücksichtslos wahre und doch dabei so human abwägende, vornehme Art Hehns atmet. Der Herausgeber hat wohl Recht, wenn er sagt, es sei das Tiefste, Freieste, Originellste, in die dem Inhalt verwandteste Form Gegossene, was seit Goethe über Italien gesagt worden sei."

Gedanken über Goethe. Vierte, durchgesehene Auflage. In elegantem Ganzleinenband 9 Mk.

Der Verfasser bietet in diesem Buche eine Sammlung von Aufsätzen über Goethe, die ein inneres Band verbindet. Es sind gleichsam Bausteine zu einer Geschichte des deutschen Geistes im Lichte Goethescher Weltanschauung.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 4.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 4.

MIT TAFEL IV—V.

AUSGEGEBEN AM 25. MAI 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 4.

Seite
Sitzung vom 28. April 1905 163

Mitteilungen:

22. Walter Busse: Über das Auftreten epiphyllischer Kryptogamen im Regenwaldgebiet von Kamerun. (Vorläufige Mitteilung) 164
23. Julius Wiesner: Die biologische Bedeutung des Laubfalles 172
24. Wilhelm Figdor: Über Heliotropismus und Geotropismus der Gramineenblätter 182
25. Hubert Winkler: Zur Morphologie und Biologie der Blüte von Durio zibethinus. (Mit Tafel IV) 191
26. P. Magnus: Sclerotinia Crataegi. (Mit Tafel V) 197

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 26. Mai 1905,

abends 7 Uhr,

im Hörsaale des Botanischen Museums

im königlichen botanischen Garten,

Grunewaldstr. 6/7.

Sitzung vom 28. April 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Zum ordentlichen Mitgliede ist proklamiert Herr

Kraskovits, cand. phil. in **Wien.**

Der Vorsitzende gibt bekannt, dass die Gesellschaft die Herren FEDDE, PAUL MAGNUS, PILGER, WARBURG und WITTMACK als Abgeordnete für den in der Pfingstwoche in Wien stattfindenden internationalen botanischen Kongress entsendet. Die Wahl der genannten Herren erfolgte durch den Ausschuss.

Herr P. MAGNUS wies darauf hin, dass ALEXANDER BRAUN am 10. Mai 1805 in Regensburg geboren wurde, also am 10. Mai 1905 sein hundertjähriger Geburtstag wiederkehrt. Er teilte gleichzeitig mit, dass das im Botanischen Garten zu Schöneberg errichtete Denkmal ALEXANDER BRAUN's, nachdem auf Antrag der Direktion und der noch lebenden Mitglieder des Komitees das hohe Unterrichts-Ministerium die Mittel zur Translocierung des Denkmals in den neuen Botanischen Garten bewilligt hatte, dasselbe dorthin übergeführt ist. Das Denkmal hat auf Anordnung des Herrn Geh. Rat ENGLER bei der morphologischen Gruppe, in der Nähe des dort neu erbauten Botanischen Museums seinen Platz erhalten.

Herr Geheimrat ENGLER hat mit Bezugnahme auf den Erinnerungstag die Weihe des nach dem neuen Botanischen Garten in Dahlem übergeführten Denkmals an seinem neuen Aufstellungsorte durch eine besondere Feierlichkeit am Sonntag den 14. Mai, vormittags 11 Uhr vollzogen. Zur Teilnahme an derselben sind ausser den Beamten des Königlichen Botanischen Gartens und Museums die Mitglieder unserer Gesellschaft, insbesondere die Schüler ALEXANDER BRAUN's eingeladen worden.

Mitteilungen.

22. **Walter Busse:** Über das Auftreten epiphyllischer Kryptogamen im Regenwaldgebiet von Kamerun.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 3 April 1905.

Seit mehreren Jahren habe ich auf meinen Tropenreisen der Epiphyllenvegetation, in erster Linie den blattbewohnenden Flechten, eingehendere Betrachtung gewidmet. Java, Singapore, Deutsch-Ostafrika und neuerdings auch Togo und Kamerun haben mir das Material für diese Studien geliefert, ein Material, wie es in gleichem Umfange und gleicher Mannigfaltigkeit wohl selten einem Botaniker zu Gebote stehen dürfte.

Bei meinen Untersuchungen ist es mir lediglich darauf angekommen, die äusseren Bedingungen kennen zu lernen, welche die Ansiedlung der betreffenden Kryptogamen auf dem Laubblatte ermöglichen, befördern oder verhindern. Entwicklungsgeschichtliche Fragen, die gerade für die Gruppe der Blattflechten noch eingehender Bearbeitung bedürfen, bin ich aus dem Grunde nicht näher getreten, weil meine Arbeit dadurch weit über den Rahmen hinausgewachsen wäre, den ich ihr von Anfang an zugemessen hatte, und ferner auch deshalb, weil meine Beobachtungen zum grössten Teile fern von jeder Arbeitsstätte, während eines flüchtigen Nomadenlebens gemacht wurden.

Die Gesamtheit der epiphyllischen Kryptogamen — oder wie man sie einfacher bezeichnen kann: „Epiphyllen“ — besteht aus Moosen, Algen und Flechten, unter denen die Flechten sowohl hinsichtlich der Häufigkeit ihres Vorkommens wie auch der geographischen und topographischen Verbreitung bei weitem im Vordergrunde stehen. Ihnen folgen die Algen und an letzter Stelle die Moose. Von den Algen überwiegen, wenigstens in den von mir bereisten Gebieten, die Vertreter der Chroolepideen, und diese treten in der Regenwaldzone unter annähernd den gleichen Bedingungen auf, wie die Flechten. Epiphyllische Moose habe ich, abgesehen von Kamerun, verhältnismässig selten beobachtet, sie stellen offenbar ganz andere Anforderungen an Niederschlagsmenge, Luftfeuchtigkeit und Beschattung, als die anspruchsloseren Flechten und auch als die Chroolepideen; sie müssten daher gesondert behandelt werden.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen sollen demnächst in den „Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg“ in einer grösseren Arbeit zu der Veröffentlichung gelangen; für heute mögen nur in Kürze einige Resultate mitgeteilt werden, welche sich auf die im Regenwaldgebiet von Kamerun auftretenden Epiphyllen insgesamt beziehen. Es war mir besonders erwünscht, in diesem Gebiete meine früheren Studien ergänzen zu können, weil hier vor Jahren J. R. JUNGNER das Material gesammelt hatte für die erste und meines Wissens auch einzige bisher erschienene Arbeit[1]), welche die Epiphyllenfrage vom allgemein-biologischen Standpunkte aus behandelt. Die erwähnte Arbeit JUNGNER's ist als „Vorläufige Mitteilung“ bezeichnet. Dass der Verfasser später in einer umfassenderen Veröffentlichung seine Mitteilungen über den Gegenstand ergänzt hätte, ist mir nicht bekannt geworden.

Bereits meine früheren Beobachtungen in den Regengebieten von Westjava und Ostusambara hatten mich mehr als einmal in Widerspruch zu JUNGNER's Anschauungen gebracht; deshalb benutzte ich die Gelegenheit zu einer Nachprüfung an Ort und Stelle mit besonderer Aufmerksamkeit. JUNGNER hat vorwiegend in Bibundi und Umgegend gearbeitet, dem regenreichsten Gebiete Kameruns und einem der regenreichsten der ganzen Erde, einem Landstriche, in dem jährliche Niederschlagsmengen von 10 000 *mm* und darüber nicht zu den Seltenheiten gehören. Es war sehr wohl denkbar, dass unter so exzeptionellen Bedingungen die Verhältnisse der Epiphyllenansiedlung erhebliche Unterschiede im Vergleich zu anderen tropischen Regenwaldgebieten aufweisen würden.

Wie gleich vorausgeschickt werden mag, ist das — abgesehen von dem häufigeren Auftreten epiphyllischer Moose — nicht der Fall. Mag auch in den Wäldern von Bibundi und Debundja die Epiphyllenbedeckung der Blätter, in ihrer Gesamtheit betrachtet, quantitativ etwas geringfügiger sein, als in Regenwäldern mit nur 5000 *mm* und darunter — die Grundzüge der Epiphyllenansiedlung sind dieselben.

In meiner ausführlichen Arbeit will ich die Unterschiede darlegen, die sich beim Studium jener Verhältnisse in den einzelnen Regengebieten bemerkbar machten; hier soll nur kurz erörtert werden, wie weit JUNGNER's Anschauungen sich mit den von mir in Kamerun beobachteten Tatsachen in Einklang bringen lassen oder nicht. JUNGNER, der ungefähr zur gleichen Zeit wie STAHL

---

1) JUNGNER, Anpassungen der Pflanzen an das Klima in den Gegenden der regenreichen Kamerungebirge. Botan. Centralbl. XLVII, 1891, S. 353 ff.

und unabhängig von ihm gewisse Beziehungen zwischen Blattgestalt und Regenfall erkannt und dargelegt hat, bringt das Vorhandensein von epiphyllischen Kryptogamen auf der Blattoberfläche in erster Linie in Abhängigkeit von dem Vorhandensein oder Fehlen einer Träufelspitze.[1]) Je feiner und länger die Spitze ist, desto vollständiger gehe die Reinigung der Blattfläche von kleineren Tieren „sowie von den Fäces und Flüssigkeiten, welche diese absondern, und ebenso von allen Moosen, Flechten, Algen und Pilzsporen, welche sich beim Vorhandensein der Absonderungsprodukte dieser Tiere leichter anheften und keimen können". vor sich. In Übereinstimmung mit diesem Vorgange soll nun auf Blättern mit gut ausgebildeter Träufelspitze eine Epiphyllen- — oder, wie JUNGNER sich irrig ausdrückt: „parasitische" — Vegetation „in irgendwie nennenswertem Grade fehlen", andererseits soll sie dann sehr reichlich vorhanden sein, wenn die Träufelspitze fehlt. Gewisse, von JUNGNER mitgeteilte Abweichungen und Ausnahmen von diesem Gesetz sollen gleich erwähnt werden.

Wie erwähnt, fasste JUNGNER die Epiphyllen — seien sie nun Flechten, Algen oder Moose — sämtlich als Parasiten auf und nahm an, dass sie den von ihnen befallenen Gewächsen schädlich seien. Die Vorrichtungen zur Ableitung von Regenwasser bei hygrophilen Gewächsen sieht er demgemäss auch als Schutzmittel gegen „den Angriff von Parasiten" an, Schutzmittel, die den aus einem trockneren Klima stammenden, nach Kamerun verpflanzten Gewächsen fehlen. Aus diesem Grunde würden gerade letztere von Epiphyllen „belästigt". Als Beispiele führt JUNGNER einige *Citrus*-Arten an. Allerdings werden diese in selten hohem Grade von Epiphyllen befallen und zwar ebenso in „der feuchtesten Ecke" von Kamerun mit ihren 10 000 *mm* Regen, wie in Steppenorten Ostafrikas und Togos, in Gegenden, deren jährliche Niederschlagsmengen 1000 *mm* kaum erreichen! Die Gründe für die hochgradige Empfänglichkeit der *Citrus*-Blätter können an dieser Stelle nicht untersucht werden, jedenfalls aber liegen sie nicht in der Abwesenheit einer gut funktionierenden Träufelspitze.

Das JUNGNER'sche Gesetz, dessen Richtigkeit ich auf Grund meiner Beobachtungen nicht anerkennen kann, würde a priori viel besser fundiert sein, wenn man zu der Annahme gezwungen wäre, dass die Ansiedlung von Epiphyllen ausschliesslich zur Regenzeit vor sich ginge. Wenn man auch aus gewissen Gründen annehmen muss, dass im allgemeinen die Blätter während der Regenperiode befallen werden, so sprechen doch — in Kamerun wenigstens — die

---

[1]) Diesen von STAHL geprägten Ausdruck hat man wohl allgemein der mehrdeutigen Bezeichnung „Stachelspitze" JUNGNER's vorgezogen.

Erscheinungen dafür, dass dieser Vorgang nicht unbedingt an jene Periode gebunden ist. Auch mögen sich Gruppen, Gattungen oder Arten der beteiligten Kryptogamen hierin verschieden verhalten.

Jedenfalls kann man sich in Waldlichtungen sowohl wie in Plantagen oder im Botanischen Garten zu Victoria leicht davon überzeugen, dass auch ungeschützte Blätter frei stehender Gewächse eine nennenswerte Epiphyllenvegetation tragen, eine Vegetation, welche zweifellos fehlen würde, wenn die Epiphyllen sich nur während der Regenzeit ansiedeln könnten. Die mechanische Wucht fast täglich niedergehender starker Regenfälle würde die Ansiedlung der betreffenden Kryptogamen auf jenen Blättern ebenso verhindert haben, wie das unter gleichen Verhältnissen allenthalben in tropischen Regengebieten der Fall ist.

Wer einmal in der auf die Trockenperiode folgenden sogenannten „Übergangszeit“, z. B. im vergangenen Februar, durch die Wälder der Bibundigegend gereist ist und die dann herrschende typische „Treibhausluft“ kennen gelernt hat — der höchste Grad von feuchter Hitze, dem ich jemals in den Tropen begegnet bin — der wird mit mir in der Ansicht übereinstimmen, dass jetzt für die Entwicklung niederer Kryptogamen sehr günstige Bedingungen gegeben sind. Übrigens fällt das Wiedererwachen der Pilzkrankheiten an den Kulturpflanzen gerade in diese Zeit.

Der Feuchtigkeitsgehalt der Luft war zu Anfang März in Victoria so hoch, dass man genau drei Tage nach einem starken Tornadoregen noch zahlreiche Wasserlachen in abgefallenen gekrümmten Blättern unter den Kakaobäumen und in einer schattigen Allee von *Terminalia Catappa* finden konnte. Trotzdem hatte seit dem Regen durchweg sonniges Wetter geherrscht!

Auch der Wald stellt in solchen Zeiten eine einzige „feuchte Kammer“ dar.

Wenn in den Übergangsperioden zwischen Trocken- und Regenzeit epiphyllische Kryptogamen sich ansiedeln können — wonach ich nach meinen Befunden nicht zweifle — so kann auch das Vorhandensein einer Träufelspitze diesen Vorgang kaum beeinflussen.

Aber auch während der Regenperiode dürfte das genannte Organ auf die Epiphyllenansiedlung kaum von Einfluss sein. Wenn auch die Träufelspitze in hohem Masse zur „Trockenlegung“ der Blattoberfläche beiträgt, so darf doch nicht übersehen werden, dass an denjenigen Örtlichkeiten des Waldes, wo wir die Epiphyllen vornehmlich finden, im geschützten und beschatteten Dickicht, von einer absoluten Trockenheit kaum jemals die Rede ist. Mag die Spreite auch schnell und ohne sichtbare Spuren von der Wasserfülle, die sie getroffen, befreit worden sein, so befindet sich doch die gesamte tiefere Vegetation nach dem Regen in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre, alles trieft buchstäblich von Feuchtigkeit, die Verdunstung ist auf ein Minimum herabgedrückt, und ein einziger auf ein Blatt fallender Tropfen genügt, um einen grossen Teil der Spreite für längere Zeit zu benässen — vorausgesetzt, dass die Spreite benetzbar ist.

Nun sind aber, wie bereits STAHL[1]) festgestellt hat, die Blätter mit stark entwickeltem Träufelapparat im ausgewachsenen Zustande durch leichte Benetzbarkeit besonders ausgezeichnet. Ob die nach Beendigung eines Gusses etwa anfliegenden Sporen oder Gonidien sich dauernd auf dem Blatte festsetzen können, wird also — abgesehen von den speziellen Ausrüstungen dieser Fortpflanzungsorgane — im wesentlichen davon abhängen, wie lange die Pause bis zum nächsten Regen währt, wie lange die Möglichkeit einer Abspülung ausgeschaltet bleibt.

Ich will diese Erörterungen nicht weiter ausspinnen, da ich bereits gezeigt zu haben glaube, dass, auch rein theoretisch betrachtet, die von JUNGNER vermutete weitgehende Abhängigkeit der Epiphyllenansiedlung von dem Vorhanden- oder Nichtvorhandensein einer Träufelspitze der nötigen Stützen entbehrt. In meiner ausführlichen Arbeit werde ich eine beträchtliche Reihe von Beispielen anführen, um meine Ansicht über die Belanglosigkeit der Träufelspitze zu erhärten.

Jedenfalls habe ich weder in Kamerun, noch in sonstigen Regenwaldgebieten die Beobachtung gemacht, dass Blätter ohne dieses Organ häufiger oder stärker von Epiphyllen befallen sind als solche mit gut entwickelter Träufelspitze.

Übrigens hat auch JUNGNER wiederholt beobachtet, dass Blätter mit Träufelspitze eine reiche Epiphyllenvegetation führen. „Dieses geschieht aber meistens,“ so lautet seine Erklärung[2]), „auf solchen Blättern, welche auf die eine oder andere Weise beschädigt sind (z. B. von Insektenlarven) oder bei solchen, bei welchen die Spitzen vertrocknet und abgebrochen sind.“

Weiterhin teilt JUNGNER mit, dass bei vielen Pflanzen die Blätter der Blütensprosse stärker befallen würden als die der vegetativen Sprosse. Kürzer ausgebildete Träufelspitzen der ersteren, ihre horizontale Lage und stärkere Beschattung, verbunden mit grösserer Feuchtigkeit der nächsten Umgebung, sollen diese Differenz verursachen. Wenn ich mich auch nicht erinnere, jemals eine derartige Verschiedenheit in der Epiphyllenbedeckung der Blätter von vegetativen und blütentragenden Sprossen gesehen zu haben, so will ich doch die Richtigkeit der Angabe nicht im geringsten bezweifeln, da die hier von JUNGNER genannten Faktoren, mit alleiniger Ausnahme der kürzeren Träufelspitze, ganz allgemein die Ansiedlung von Epiphyllen befördern.

---

[1]) STAHL, Regenfall und Blattgestalt. (Annales du Jardin Botanique de Buitenzorg XI (1893) p. 110 und 117).

[2]) l. c. S. 355.

Ebenso kann ich die Angabe dieses Forschers, dass im Regenwald besonders lederige und glatte Blätter befallen werden, für sämtliche mir bekannten Regenwaldgebiete bestätigen.

Die mechanische Wirkung schwerer wuchtiger Regengüsse, ein überaus wirksames Moment bei der Verhinderung der Epiphyllenansiedelung, kommt bei JUNGNER infolge falscher Einschätzung der Träufelspitze gar nicht zu ihrem Recht. Trotzdem sollen die von ihm aufgestellten Gesetze „natürlich nur bei denjenigen Blättern gelten, welche die Begrenzung der Gewächse ausmachen und dem Regen am meisten ausgesetzt sind“. Wenn sich JUNGNER nur auf die so exponierten Blätter hätte beziehen wollen, so hätte er für sein Arbeitsgebiet als erstes und einziges Gesetz den Satz aufstellen müssen: „Alle an der Peripherie eines Gewächses stehenden, dem Regen direkt ausgesetzten Blätter sind frei von epiphyllischen Kryptogamen.“ Jede Krone eines gefällten Urwaldbaumes, jeder frei stehende buschige Strauch und jeder Kakaobaum in Bibundi zeugen für die Gültigkeit dieses Satzes, und jede etwaige Ausnahme hat eben nur die Bedeutung einer Ausnahme von der Regel. Das jugendliche Alter der an der Peripherie stehenden Blätter, die schnelle Abtrocknung durch Sonne und Wind sprechen ausser der Regenwirkung hierbei mit.

Den Holzgewächsen (Bäumen und Sträuchern) stellt JUNGNER drei andere Gruppen gegenüber[1]: die Schlingpflanzen, die Epiphyten und die Kräuter. Auch bei diesen drei Kategorien von Gewächsen macht er für das Vorhandensein oder Fehlen von Epiphyllen in erster Linie die Träufelspitze verantwortlich. In Wirklichkeit aber ist sie auch bei den Krautgewächsen für unsere Frage ebenso belanglos wie bei den Holzpflanzen. Dass die Kräuter im allgemeinen viel seltener von blattbewohnenden Kryptogamen befallen werden als jene, hängt in erster Linie von der kürzeren Lebensdauer ihrer Blätter ab. Übrigens ist auch bei den alljährlich das Laub werfenden Bäumen dieser Faktor von ausschlaggebender Bedeutung. Die meisten der von JUNGNER unter den Schlingpflanzen aufgezählten Gewächse wechseln alljährlich ihre Blätter und sind daher frei von Epiphyllen.

Dass JUNGNER bei epiphytischen Orchideen, Araceen und Farnen (Polypodiaceen) keine Epiphyllenvegetation gefunden hat, ist mir unbegreiflich. Im Walde bei Bibundi wie auch anderwärts sind epiphytische, wie erdständige Araceen und Farne so häufig von Blattflechten befallen, dass man nicht einmal vom Wege abzugehen braucht, um sie zu finden; auch die epiphytischen Orchideen, einheimische und fremde (*Vanilla*), sind keineswegs immer frei von solchen Bewohnern.

---

[1] l. c. S. 356.

Meist habe ich gefunden, dass epiphytische Gewächse, wenn sie dem Stamme aufsitzen (Farne) oder ihm eng anliegen (Araceen), auffallend stark von Epiphyllen befallen sind: der erhöhte Schutz gegen starke Regengüsse, den ihnen die Baumkrone und der Stamm selbst gewähren, scheint mir die Hauptursache jener Erscheinung zu sein.

Über den Einfluss des Seewindes, dessen trocknende Wirkung JUNGNER zur Erklärung für das Fehlen von Epiphyllen auf Schlingpflanzen ohne Träufelspitze heranzieht, habe ich nur einmal und zwar gerade in JUNGNER's ehemaligem Arbeitsgebiete Beobachtungen anstellen können. Der Wald tritt dort hart bis zur Flutgrenze an den Strand heran. Entgegen der auch von mir anfangs gehegten Vermutung, dass die schnelle Abtrocknung der Blätter durch den Seewind der Ansiedelung von Epiphyllen hinderlich sei, habe ich an Ort und Stelle eine solche Beeinflussung nicht wahrnehmen können. Unmittelbar am Meeresstrande sind Bäume, Sträucher und Krautgewächse genau in dem gleichen Masse von Flechten befallen wie hinter einem breiten Schutzstreifen von Urwald. Allerdings fand ich am Strande nur epiphyllische Flechten, niemals Algen oder Moose.

Nun ist zu beachten, dass wir es in dem Gebiete zwischen Bibundi und Debundja mit dem regenreichsten Striche der ganzen Kamerunküste zu tun haben, wo die austrocknende Wirkung der Seewinde auf den Küstenwald während vieler Monate im Jahre durch Niederschläge und durch die Ausdünstungen des immer feuchten Waldbodens nahezu paralysiert werden kann. Jedoch auch in der Bibundi-Pflanzung habe ich an frei stehenden Exemplaren von *Coffea liberica* und *Elaeis guineensis* in unmittelbarer Nähe des Strandes dieselben Verhältnisse der Blattflechtenvegetation gefunden wie auf Standorten des Binnenlandes.

Will man diese Frage an anderen Orten weiter verfolgen, so wird man auch mit der Möglichkeit rechnen müssen, dass die Salzkristalle des Seewindes während der Trockenzeit eine korrodierende, verwitternde Einwirkung auf die Kutikula ausüben, einem Vorgange, der jedenfalls die Ansiedlung epiphyllischer Flechten begünstigen würde. Auch an der Kamerunküste mag dieses Moment mitspielen, wie mich meine Wahrnehmungen an einigen Bäumen mit hartlederigen Blättern vermuten lassen. Abgesehen vom letzten Jahrestriebe waren sie über und über von einer dicken Flechtenkruste überzogen. —

Als Erklärung für das Fehlen von Epiphyllen auf gewissen Pflanzen führt JUNGNER endlich deren Gehalt an scharfem Milchsaft (Euphorbiaceen) oder an Gift (Strychnin bei *Anthocleista Vogelii*) ins Feld; das Unwissenschaftliche dieser Anschauung, die in engstem Zusammenhange mit dem vermeintlichen Parasitismus der epiphyllischen Kryptogamen steht, ist bereits von anderer Seite gerügt worden.

Auf die Frage einer etwaigen Schädigung der Gewächse durch die Epiphyllenbedeckung ihrer Blätter will ich in meiner angekündigten Arbeit ausführlicher zurückkommen; nur soviel sei hier erwähnt, dass, wenn eine Schädigung stattfinden sollte, sie nur geringfügig sein, niemals aber — wie JUNGNER annahm[1]) — zum Untergange der betreffenden Pflanzen führen kann.

Wenn ich nun den vorstehenden Erörterungen eine Aufstellung der nach meinen Beobachtungen massgebenden Faktoren für das Auftreten von Epiphyllen im Kameruner Regenwaldgebiet folgen lasse, so bemerke ich dazu, dass die eingehende Begründung der einzelnen Sätze sowohl, wie auch die Aufzählung spezieller belegender Beispiele in der Hauptarbeit gegeben werden soll.

1. Der absolute Feuchtigkeitsgehalt der Luft muss dauernd oder periodisch einen gewissen Grad erreichen, um die Ansiedelung von Epiphyllen zu ermöglichen. Das notwendige Mass der Luftfeuchtigkeit ist für die verschiedenen Gewächse, wie auch für die einzelnen Gruppen der sie befallenden Kryptogamen, verschieden. In höheren Lagen der Regenwaldzone (Soppo—Buëa, bei 700—1000 *m* Meereshöhe) werden durch starke Nebel und reichlichen Taufall für die Ansiedlung blattbewohnender Flechten auf frei stehenden Gewächsen zeitweilig ebenso günstige Bedingungen geschaffen, wie sie der geschlossene Waldbestand der Küstenzone allen Gruppen von Epiphyllen bietet.

2. Schatten befördert die Besiedlung des Blattes mit Epiphyllen, weil die zur Ansiedelung erforderliche Feuchtigkeit sich auf beschatteten Blättern länger erhält als auf unbeschatteten.

3. Starke Regengüsse verhindern auf ungeschützten Blättern die Ansiedelung von Epiphyllen. An frei stehenden Gewächsen können sämtliche an der Peripherie der Krone sitzenden Blätter dauernd von solchen Kryptogamen frei bleiben. Im Innern der Krone nimmt der Befall mit dem Masse des Schutzes zu, den die Blätter geniessen.

Ungeschützte und der Sonne dauernd exponierte Blätter können an gewissen Standorten, wo stets, auch zur Trockenzeit, eine feuchte Atmosphäre herrscht, häufig und stark befallen werden. So z. B. in sumpfigen Niederungen, an Weihern und Flussufern.

---

1) l. c. S. 359.

4. Lebensdauer und Alter des Blattes. Epiphyllische Kryptogamen treten fast ausschliesslich auf „immergrünen“ Gewächsen auf. Pflanzen mit jährlichem Laubfall, einjährige Kräuter bleiben mit seltenen Ausnahmen frei; desgleichen an den übrigen Gewächsen die Blätter des letzten Jahrestriebes, weil ihre Oberfläche noch wenig benetzbar ist.

5. Benetzbarkeit der Blattoberfläche ist für die Ansiedelung von Epiphyllen unerlässlich. Sie nimmt mit dem Alter des Blattes zu; deshalb sind unter sonst gleichen Verhältnissen ältere Blätter stärker befallen, als jüngere,

6. Sonstige Beschaffenheit des Blattes. Im Regenwald der Küstenzone werden vorwiegend glatte und lederige Blätter befallen, in höheren Lagen (siehe 1) häufig auch solche mit rauher Oberfläche. Dicht behaarte Blätter sind frei von Epiphyllen. Das Vorhandensein von Vorrichtungen zur Wasserableitung, insbesondere einer Träufelspitze, ist ohne Belang.

7. Stellung des Blattes im Raum. Je mehr sich die Lage des Blattes der horizontalen nähert, um so mehr ist das Blatt der Besiedelung mit Epiphyllen ausgesetzt, weil sich das zur Entwicklung der Kryptogamen erforderliche Wasser länger auf solchen Blättern hält, als bei starker Neigung der Spreite.

Monrovia, 18. März 1905.

23. Julius Wiesner: Die biologische Bedeutung des Laubfalles.

Eingegangen am 19. April 1905.

1. Indem man den Zwecken der Blattablösung im Pflanzenleben nachgeht, hat man zweierlei zu beachten: erstens, was das abgelöste Blatt für das Leben der Pflanzen bedeuten könne, und zweitens, was die Blattablösung für die ganz oder nur zum Teile sich entblätternde Pflanze leistet.

Da sich nun, wie man weiss, die Blätter entweder im lebenden Zustande organisch von den Zweigen loslösen, oder aber im toten Zustande, wobei der Vorgang der Ablösung stets organisch eingeleitet wird, aber auch durch anorganische Prozesse, nämlich unabhängig vom Leben sich vollziehen kann[1], so wird auch zu untersuchen sein, was die lebend abfallenden und was die im toten Zustande abgelösten Blätter für das Leben der Pflanzen zu bedeuten haben.

---

[1] Diese Berichte, Bd. XXIII (1905), S. 60.

Die Beantwortung dieser Fragen geschieht in den nachfolgenden Zeilen im engen Anschluss an vier kleine, dem Laubfall gewidmete Abhandlungen, welche ich in diesen Berichten veröffentlicht habe[1]). Wie jene vier Schriften, hat auch die vorliegende nur den Charakter einer vorläufigen Mitteilung. Eine eingehende Darstellung der Biologie des Laubblattes bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

2. Die Frage, was das tote, von der Pflanze sich loslösende Blatt für das Pflanzenleben bedeute, ist insofern genau beantwortet. als man weiss, dass die in den abgefallenen Blättern enthaltenen anorganischen Verbindungen wieder in den Stoffkreislauf der Pflanze eintreten und dass die Zersetzungsprodukte der organischen Substanz des Blattes als Humuskörper und andere Zerfallsprodukte der Pflanze direkt oder doch wenigstens indirekt zugute kommen.

Damit ist aber die Lösung dieses Problems noch nicht erschöpft. Es handelt sich nämlich noch um die Frage, welche Rolle die auf den Blättern angesammelten, mit diesen auf den Boden fallenden Mikroorganismen bei der Ernährung und überhaupt im Leben der Pflanzen spielen.

Als ich an diese Frage herantrat, konnte ich kaum hoffen, durch schon existierende Arbeiten über dieselbe belehrt zu werden. Indessen hat ein eingehendes Studium der Literatur gelehrt, dass diese Frage doch schon wenigstens gestreift wurde. Es hat nämlich HENRY[2]), mit Untersuchungen über die Ernährung der Waldbäume beschäftigt, gezeigt, dass wenn man Blätter von Laubbäumen des Waldes (Buchen, Eichen) in jenem Zustande, in welchem sie zur Erde fallen, an der Luft sich selbst überlässt, eine Stickstoffvermehrung sich einstellt, welche durch Absorption von Ammoniak bezw. Salpetersäure aus der Atmosphäre nicht zu erklären ist. HENRY führt diese Vermehrung der assimilierbaren Stickstoffverbindungen auf die Tätigkeit niederer Organismen zurück, ohne aber in diese Frage näher einzugehen[3]).

Die Kenntnis der Vermittlung des Bestandes der Bodenorganismen durch das fallende Laub scheint mir aber ein Gegenstand von grossem Interesse zu sein. Es ist wohl nicht daran zu zweifeln, dass dem Boden durch das fallende Laub eine enorme Menge von Mikroorganismen zugeführt werden, welche wahrscheinlich in mehr oder minder hohem Masse der Pflanzenernährung dienen. Diese in der Atmosphäre reichlich vorkommenden Organismen werden offenbar durch die Luftbewegungen stark vertragen. Aber an den Laubmassen der Bäume sammeln sich diese Mikroorganismen wie auf einem Filter an. Sie sammeln sich zum grössten Teile gerade dort an, wo sie für den Baum durch Vermittlung des Laubes nutzbringend sind, nämlich auf dem Boden, auf welchem er steht. Es ist auch zu beachten, dass die Fläche der Blätter, welche hier als Filter wirkt, im Vergleiche zur Grundfläche des Baumes eine sehr grosse ist. Ich habe über das Verhältnis der gesamten Blattfläche eines Baumes zu seiner Grundfläche (Horizontalprojektion der Krone) einige messende Versuche angestellt. Bei Platanen mittlerer Grösse betrug das beiläufige Verhältnis von Grundfläche zu Blattfläche 1 : 200, bei einer im Gartengrund frei stehenden Buche 1 : 450, bei Pyramidenpappeln etwa 1 : 500 bis 1000. Diese Zahlen lassen annehmen, dass eine ausserordentlich grosse Menge von Mikroorganismen durch das fallende Laub dem Boden zugeführt wird.

---

[1]) Bd. XXII (1904), S. 64ff., S. 316ff., S. 501ff., und Bd. XXIII (1905), S. 49ff.

[2]) ED. HENRY, Journal d'Agriculture pratique 1897, S. 411 und 485 Referat Centralbl. für Agrikulturchemie, 1898, S. 813. Siehe auch LAFAR. Lehrb. der Mykologie, Bd. III (1904), S. 3—4. HENRY's Angaben sind nicht ohne Widerspruch geblieben.

Ich muss mich hier auf diese paar Andeutungen beschränken und bemerke nur, dass Herr Dr. ZIKES im pflanzenphysiologischen Institute mit eingehenden Studien über diesen Gegenstand beschäftigt ist.

3. Es sind nunmehr schon zahlreiche Fälle von Ablösung lebender Blätter bekannt. Es können auch beim Sommer-, Herbst-, ja selbst beim Frostlaubfall sich lebende Blätter von den Zweigen lösen, wofür ich in den vier genannten Abhandlungen typische Beispiele angeführt habe. In einzelnen Fällen kann die ganze Laubmasse eines ansehnlichen Baumes im lebenden Zustande sich ablösen, z. B. bei der Rosskastanie bei sehr früh eintretenden plötzlichen Frösten. Es ist ganz selbstverständlich, dass in allen diesen Fällen das auf den Boden gelangende Laub für das Leben der Pflanze keine andere Bedeutung hat als die, welche toten oder absterbenden Blättern zufällt.

Es sei hier daran erinnert, dass im lebenden Zustande abfallende Blätter in manchen Fällen auch als Organe vegetativer Vermehrung dienen. Das bekannteste Beispiel ist *Bryophyllum calycinum*, dessen Blätter gewöhnlich schon am Stamme Adventivknospen bilden, sich später vom Stamme lösen, auf den Boden gelangen, woselbst die Adventivsprosse sich weiter entwickeln. Ich habe in den Gewächshäusern des pflanzenphysiologischen Institutes jährlich die vegetative Fortpflanzung dieser Gewächse vor Augen. Schon die am Stamme stehenden Blätter erzeugen Anlagen von Adventivknospen, deren Wurzeln noch vor der Ablösung sichtbar werden. Dasselbe beobachtete ich auch auf Java an wildwachsenden Exemplaren dieser

Pflanze. Aus meinen Aufzeichnungen ersehe ich, dass ich im Januar 1894 am Wege von Sindanglaja nach Tjibodas an den noch am Stamme befindlichen Blättern die Wurzeln der Adventivsprosse erkannte, also dasselbe Bild erhielt, das ich alljährlich hier im Gewächshause sehe. RACIBORSKI[1]) hat auf Java die interessante Beobachtung gemacht, dass auch an spontan abgefallenen Blättern dieser Pflanze sich am Boden Adventivknospen ausbilden. Dass auf abgeschnittenen Blättern von *Bryophyllum calycinum* auf feuchtem Sand sich Adventivsprosse bilden, sehe ich alle Jahre. Im Institute kultiviere ich auch die kleinblätterige Art *Bryophyllum cuspidatum*. Dieselbe entwickelt an den noch am Stamme haftenden Blättern Adventivsprosse, welche 4—8 deutlich sichtbare Blätter hervorbringen, bevor das immer mehr und mehr verschrumpfende und noch am Stamme in Verwesung übergehende Blatt sich ablöst.

Höchst interessant ist die von RACIBORSKI (l. c.) genau beschriebene Vermehrung von *Angiopteris evecta* durch alte Blattstielbasen, welche zehn Jahre und darüber am Stamme gestanden hatten, dann aber durch Vermittlung einer Trennungsschicht abgeworfen wurden, worauf sich an diesen Blattrudimenten Adventivknospen bildeten. RACIBORSKI hat auch noch einen analogen Fall beschrieben, welcher bei der auf Zanzibar vorkommenden Aroidee *Gonotopus Boweri* DC. vorkommt.

Die vegetative Vermehrung durch abgeschnittene Laubblätter ist rücksichtlich zahlreicher Pflanzen (*Begonia*, *Gloxinia* usw.) hinlänglich bekannt[2]). Ob solche Blätter auch nach normalem Abfall von der Pflanze der Vermehrung dienen können, habe ich — abgesehen von dem oben genannten von RACIBORSKI konstatierten Falle — in der Literatur nicht vermerkt gefunden. Doch höre ich vom Gärtner, dass bei Gloxinien die nach Trockenhaltung des Bodens vom Stamme sich loslösenden Blätter oft mit Vorteil zur vegetativen Vermehrung der Pflanze verwendet werden können.

4. Laubablösung kommt sowohl bei Holzgewächsen, als bei krautartigen Pflanzen vor. Bei ersteren bildet sie die Regel, bei letzteren ist sie ein Ausnahmefall. Bei Holzgewächsen kommt die Laubablösung in allen möglichen Graden vor. Die sommergrünen Gewächse verlieren innerhalb einer Vegetationsperiode oder nach Ablauf derselben das ganze Laub. Die Immergrünen haben einen

---

[1]) Über die vegetative Vermehrung der Marattiaceen. Bull de l'Académie des Sciences de Cracovie, 1902, p. 51.

[2]) LINDEMUTH (Gartenflora, 52. Jahrgang, Heft 23) hat 65 Pflanzenarten aus 33 Familien namhaft gemacht, deren Blättern die Fähigkeit zur vegetativen Fortpflanzung zukommt, woraus zu entnehmen sein dürfte, wie weit diese Fähigkeit, welche gewöhnlich nur als seltener Ausnahmefall genannt wird, im Pflanzenreiche verbreitet ist.

viel trägeren Blattwechsel. Zwischen den Sommergrünen und Immergrünen existieren zahlreiche Übergänge[1]). Aber es kann selbst bei strauchartigen Gewächsen vorkommen, dass kein Laubwechsel stattfindet. Ich werde hierfür später ein charakteristisches Beispiel anführen, welches auch lehren wird, in welchem Zusammenhang die Unfähigkeit des Strauches das Laub abzuwerfen mit der Lebensweise der Pflanze steht. Ich werde auch bezüglich krautartiger Gewächse Beispiele vorführen, welche zeigen, dass auch bei diesen Pflanzen ein Laubfall vorkommt, und es wird sich auch in diesem merkwürdigen Falle herausstellen, dass die Laubablösung hier zweckmässig ist. Ob es sich nun um Holzgewächse oder um krautige Pflanzen handelt: in jedem Falle, in welchem — normaler Entwicklungsgang vorausgesetzt — Blattablöung sich einstellt, erscheint sie uns als zweckmässige Einrichtung, und in allen jenen Fällen, in welchen sie unterbleibt, erscheint auch dieses Ausbleiben der Entblätterung für die Pflanze vorteilhaft, oder es leuchtet doch wenigstens ein, dass in diesen Fällen die Blattablösung zwecklos wäre.

5. Der am meisten in die Augen springende Zweck der Blattablösung ist die durch sie bedingte reiche Lichtzufuhr zu den Laubknospen.

Am klarsten spricht sich dies bei den sommergrünen Holzgewächsen aus. Mit der Entlaubung steigert sich in enormen Masse die Lichtmenge, welche in die Krone oder in das Geäste der Holzgewächse eintritt. So beträgt die kleinste Lichtmenge, welche in die Krone einer vollbelaubten Buche einstrahlt, etwa $^1/_{60}$ des Gesamtlichtes. Aber die kleinste Lichtmenge, welche in die Krone einer entlaubten Buche eindringt, beträgt etwa $^1/_3$ des Gesamtlichtes. Ich gebe hier nur relative Lichtwerte. Aber auch die absoluten Werte stellen sich bei dem entlaubten Baume weitaus höher als bei dem belaubten. Doch kann ich hier auf diesen Gegenstand nicht näher eingehen, den ich im übrigen schon in meinen „Photometrischen Untersuchungen“ (I, II und IV) erörtert habe.

Aber ein anderer wichtiger Punkt, der in meinen bisher veröffentlichten „Photometrischen Untersuchungen“ noch nicht in Frage kam, soll hier wenigstens kurz berührt werden. Ich habe Messungen angestellt über das Verhältnis der Intensität des direkten (parallelen) Sonnen- und diffusen Tageslichtes in verschiedenen Tiefen der entlaubten Krone, wobei sich herausstellte, dass innerhalb der entlaubten Krone die Intensität des direkten Sonnenlichtes im Vergleiche zur Intensität des diffusen Lichtes weitaus grösser ist, als in dem vorhandenen Tageslichte. Dies erklärt sich aus dem Umstande, dass das diffuse Tageslicht desto schwächer wird, je tiefer es in die Baumkrone eindringt, hingegen das parallele Sonnenlicht innerhalb der Krone überall die gleiche Stärke behält und auch dieselbe, mit welcher das Licht die Peripherie der Krone bestrahlt.

---

[1]) Diese Berichte Bd. XXII, S. 323, und Bd. XXIII, S. 58.

Diese Bestrahlung der Laubknospen mit einem relativ starken (parallelen) Lichte befördert aber zweifellos in hohem Grade die Laubentwicklung. Ich habe ja schon früher nachgewiesen, dass (gemischtes) Sonnenlicht im Vergleiche zu ausschliesslich diffusem Tageslicht eine starke Beschleunigung der Laubblattentwicklung zur Folge hat[1]).

Nunmehr wird die Begünstigung der Laubentwicklung durch die vorangegangene Entlaubung biologisch verständlich.

6. Es wird aber nach den mitgeteilten Daten über die Beleuchtungsverhältnisse der belaubten und der entlaubten Holzgewächse auch biologisch verständlich, warum die Ausbildung axillarer Laubsprosse bei sommergrünen Gewächsen im Vergleiche zu denen immergrüner begünstigt ist. Die ersteren können im entblätterten Zustande infolge starken Lichtzuflusses bis in die Tiefe der Krone hinein Laubsprosse zur Entwicklung bringen, während dies bei immergrünen Gewächsen nur in der Peripherie der Krone oder in deren Nähe geschehen kann. Damit im Zusammenhange steht die Ausbildung der Axillarknospen. Es bildet sich bei jedem Holzgewächse ein Knospenzahlenverhältnis aus, welches in erster Linie durch die Stärke des Laubfalles reguliert wird. Der biologische Zusammenhang zwischen der Laubsprossentwicklung der Holzgewächse und dem Laubfall erscheint hiermit geklärt.

7. Es möchte nun den Anschein gewinnen, als ob die axillare Sprossbildung eine Voraussetzung für den Laubfall bilden würde. So innig die Beziehung zwischen der Entwicklung von axillaren Laubsprossen und Laubfall auch sein mag, was namentlich die Erscheinung des „Treiblaubfalles“ lehrt, so wenig bildet die Axillarsprossentwicklung eine notwendige Bedingung des Laubfalles. Denn es fallen Blätter an Holzgewächsen ab, in deren Achseln keine Laubknospen stehen, ja es gibt krautartige, ja sogar gänzlich unverzweigte krautige Gewächse, welche einem partiellen Laubwechsel unterliegen. Ich habe auf diese Tatsache schon in meiner Abhandlung über die herbstliche Entlaubung (1871) die Aufmerksamkeit gelenkt. Ich führe hierzu ein neues Beispiel an: *Cheiranthus Cheiri*, ein gewöhnlich biennes Gewächs. In der Kultur unterscheidet man zwei Formen dieser Pflanzen, den Stangenlack, welcher ganz un-

---

[1]) Photometrische Untersuchungen, IV.

verzweigt bleibt, und den mehr oder minder reich verzweigten Buschlack. Beide Formen werfen das ältere Laub ab. Bezüglich des Stangenlacks ist es ganz klar, dass die Blattablösung unabhängig von der Ausbildung von Axillarknospen vor sich geht und in keiner Beziehung zur Weiterentwicklung der Pflanze steht. Es zeigt sich uns hier ein anderes Grundphänomen der Entlaubung, welches allerdings bei verschiedenen Pflanzen in verschiedenem Grade ausgeprägt ist: dass nämlich ein Blatt, welches zu wenig Licht bekommt, um assimilieren zu können, von der Pflanze abgestossen wird. *Cheiranthus Cheiri* wirft die Blätter ab, welche infolge zu starker Beschattung nicht mehr assimilieren können[1]).

So kann es also vorkommen, dass krautartige Gewächse, welche ja in der Regel das Laub nicht abwerfen, die Blätter fallen lassen und dass Holzgewächse, welche ja fast durchgängig laubabwerfend sind, doch Repräsentanten hervorbringen, welche das Laub so lange behalten, bis es durch rein äussere Zufälle, lange nach dem Absterben[2]), zerstört wird und vom Stamme verschwindet. Ein klassisches Beispiel dieser Art ist *Eupatorium adenophorum*. Es hat MOLISCH[3]) zuerst auf die interessante Tatsache aufmerksam gemacht, dass dieser Strauch keinem Laubwechsel unterworfen ist. Dieser merkwürdige Ausnahmefall wird nunmehr biologisch verständlich. Die Blätter dieser Pflanze, an und für sich nicht gross, stehen an langen Internodien, so dass sie sich fast gar nicht beschatten und auch die Verzweigung dieser Komposite ist eine derartige, dass eine das Assimilationsgeschäft störende Laubbeschattung nicht eintritt. Mithin brauchen die Laubblätter nicht frühzeitig eliminiert zu werden. Sie haften am Stamme bis an ihr Lebensende, ja sogar noch lange darüber hinaus. Ich habe die Pflanze nicht nur im Gewächshause, sondern auch im Freien (St. Paul, V. St. A.) beobachtet und überall die gleichen Verhältnisse beobachtet.

Es zeigt sich also die biologische Bedeutung des Laubfalles, wenn ich mich so ausdrücken darf, auch in den negativen Fällen: der Laubfall stellt sich nämlich in jenen Fällen nicht ein, in welchen er für das Leben der Pflanze zwecklos erscheint. Hierfür liessen sich noch zahlreiche andere Beispiele anführen, z. B. sämtliche ephemere Pflanzen[1]), welche nach rasch eintretender Fruchtreife sogleich zugrunde gehen, desgleichen fast alle annuellen und biennen Pflanzen.

---

[1]) Laubblätter, welche wegen zu geringer Belichtung nicht assimilieren, werden mehr oder minder bald organisch abgestossen. Je rascher der Laubwechsel ist, desto rascher erfolgt die Ablösung der nicht assimilierenden Blätter. Sommergrüne Holzgewächse werfen viel rascher die nicht assimilierenden Blätter ab als wintergrüne. Deshalb sind die ersteren dem „Sommerlaubfall" in viel höherem Grade unterworfen als die letzteren, bei welchen diese Form des Laubfalles auch ganz unterbleiben kann.

[2]) Absterbende oder verletzte Blätter werden desto rascher abgeworfen, je leichter und rascher sich der Laubwechsel vollzieht. In der Regel werden solche Blätter organisch abgestossen. Seltener ist der oben genannte Fall. (Siehe auch diese Berichte XXIII, S 59.)

[3]) Sitzungsber. der Wiener Akademie 1887.

8. Es ist schon erwähnt worden, dass nicht funktionierende Blätter in mehr oder minder reichem Masse von der Pflanze abgestossen werden, desgleichen wenn sie im Absterben begriffen oder schon abgestorben sind. Die Pflanze entledigt sich somit aller jener Laubblätter, deren weiterer Bestand für die Pflanze nutzlos ist.

Aber auch dann, wenn die Blätter sich unter Verhältnissen entwickeln, welche ihre normale Funktion ausschliessen, werden sie, und zwar gewöhnlich frühzeitig, von der Pflanze abgestossen. Dieser Fall stellt sich z. B. beim Etiolement fast aller Holzgewächse ein. Die verkümmerten Laubblätter lösen sich organisch ab. Diese Ablösung erfolgt bei allen Holzgewächsen, mit Ausnahme jener, welche auch bei normaler Entwicklung keinen Laubfall zeigen, so z. B. nicht bei *Eupatorium adenophorum*. Es ist bisher nicht gelungen, bei diesen Pflanzen Zustände zu schaffen, welche zu einer Ablösung der Blätter führen könnten: weder im absolut feuchten Raume, noch in Dunkelheit oder bei grosser Trockenheit des Bodens, oder bei grosser Bodennässe usw.; kurzum, die Unfähigkeit der Blattablösung wurzelt bei dieser Pflanze so tief, dass sich kein künstliches Mittel finden liess, die Blattablösung zu erzwingen. Wie ich früher[2]) zeigte, lösen sich die Blätter von Gewächsen, welche unter normalen Verhältnissen das Laub abwerfen, zumeist ab, wenn sie der Wirkung einer verdünnten Oxalsäurelösung ausgesetzt werden. Auch diese Prozedur führt bei *Eupatorium adenophorum* nicht zur Ablösung der Blätter.

9. Sehr merkwürdig in bezug auf den Blattwechsel verhalten sich die Gräser. Die Blätter der gewöhnlichen Gräser werden bekanntlich nicht abgeworfen, sondern gehen am Stocke durch Vermoderung zugrunde. Wenn aber die Gräser den baumartigen Habitus annehmen (*Bambusa*), dann werfen sie wie alle anderen Bäume ihre Blätter zeitweise organisch ab[3]). Mit dem Baumartigwerden der Gräser muss das Blatt alle Eigentümlichkeiten des Baumblattes annehmen und bei reichlicher Belaubung muss es jene Eigenschaften gewinnen, welche für reichbeblätterte Holzgewächse notwendig sind. Das gewöhnliche Grasblatt ist aphotometrisch. Dem Lichtbedürfnis

---

1) **Wiesner**, Biologie, 1. Aufl. p. 71.

2) Diese Berichte XXIII. p. 56.

3) **Wiesner**, Biologie, 2. Aufl. p. 88.

entsprechend werden die Blätter mancher Gräser photometrisch, unter anderen die der Bambusaceen, aber die Blätter mancher baumartigen *Bambusa*-Arten nehmen sogar den euphotometrischen Charakter an. Der Laubfall solcher Baumgräser vollzieht sich in der Art, dass bloss die Blattspreite abgeworfen wird, indem sich an deren Basis die Trennungsschichte ausbildet. Der Vaginalteil des Blattes bleibt noch lange am Stamme zurück, hilft noch eine Zeit im toten Zustande mit, der Festigkeit des Halmes zu dienen, bis endlich auch er auf rein mechanische Weise sich ablöst oder am Stamme verwest[1]).

10. Die organische Ablösung der verschiedensten Blattorgane (Phyllome) bietet eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit dar, und es dürfte noch an ausreichenden Beobachtungen fehlen, um jeden Einzelfall biologisch richtig deuten zu können. Aber über die Ablösung der Laubblätter der Pflanzen liegen nunmehr schon so reichliche Beobachtungen vor, dass eine, wie ich glaube, widerspruchslose biologische Deutung dieses wichtigen Lebensprozesses bereits gegeben werden kann.

Nach meinen langjährigen Studien möchte ich die biologischen Verhältnisse des Laubfalles, wie folgt, zusammenfassen:

a) Der Laubfall unterbleibt, wenn Blatt und Stamm gleichzeitig absterben, also bei allen ephemeren und bei den meisten annuellen und biennen, überhaupt monokarpen Gewächsen.

b) Der Laubfall unterbleibt bei fast allen krautigen Gewächsen und tritt bei fast allen Holzgewächsen auf, nämlich jenen, welche behufs reichlicher Knospenentwicklung eine grosse Lichtmenge erfordern, die durch den Abwurf des Laubes dem entlaubten Gewächse dargeboten wird. Bei Holzgewächsen, welche durch die Art der Laubbildung im belaubten Zustande niemals an Lichtmangel leiden, kann der Laubfall sehr eingeschränkt sein oder auch gänzlich unterbleiben.

c) Die Laubablösung kann auch an krautigen Gewächsen sich einstellen, wenn die Laubmasse zu gross wird und ein Teil des Laubes die zur Kohlensäureassimilation erforderliche Lichtmenge nicht mehr empfängt.

---

[1]) Wenn man das Grasblatt, dessen morphologische Einheit ebensowenig als dessen Phyllomcharakter in Frage gestellt werden soll, vom physiologischen Standpunkte aus betrachtet, so ist nur die Spreite als Blatt aufzufassen, während der Vaginalteil die Dienste des Stammes verrichtet. Dieser Scheidenteil ist der Träger des Laubes (Spreite), besorgt oder unterstützt die Festigkeit des Stammes, welchen er entweder in seinen Funktionen unterstützt oder (vor dem Durchtritt der Blütenstandsachse) geradezu substituiert. Die Vaginalteile der Grasblätter verbinden sich im letzteren Falle zu einer Scheinachse. Sie fungieren dann analog wie die Vaginalteile der Blätter von *Musa*, die ja den sogenannten Stamm dieser Gewächse bilden. Auf einige andere physiologische Eigentümlichkeiten des Vaginalteiles des Grasblattes, durch welche sie funktionell mit dem Stamme übereinstimmen, hat FIGDOR in diesen Berichten (XXIII S. 182) die Aufmerksamkeit gelenkt.

d) Auch an Holzgewächsen führt ein zur Kohlensäureassimilation nicht mehr ausreichendes Mindermass von Licht zur mehr oder minder raschen Ablösung der Blätter.

e) Laubblätter von Holzgewächsen werden auch nach Verletzung oder nach dem Absterben mehr oder minder rasch abgeworfen.

f) Es fallen an Holzgewächsen alle jene Blätter ab, welche unter Verhältnissen sich entwickeln, unter welchen ihre normale Funktion nicht stattfinden kann.

11. Die dargelegten biologischen Verhältnisse des Laubfalles geben Anhaltspunkte, um vom phylogenetischen Standpunkte den Übergang von krautigen in Holzgewächse und von sommergrünen in immergrüne Gewächse unserem Verständnisse näher zu bringen.

Es bereitet sich der Übergang von krautigen in Holzgewächse dadurch vor, dass die Pflanze blattreich wird, das ältere Laub durch das jüngere so beschattet wird, dass es nicht mehr zu assimilieren vermag und infolgedessen abgeworfen wird. Durch die reichlichere Ausbildung von axillaren Laubtrieben wird ein weiterer Schritt zur Umwandlung von krautigen Pflanzen in Holzgewächse gemacht. *Cheiranthus Cheiri* gibt hierfür ein gutes Beispiel. Schon der sich nicht verzweigende Stangenlack wirft sein älteres, stark beschattetes Laub ab. Desgleichen der Buschlack, der aber schon reichlich Axillartriebe bildet. Werden dieselben am Blühen verhindert, so lässt sich der Buschlack mehrjährig ziehen und geht in die Strauchform über.

Zweifellos wird aber die Umbildung der krautigen in Holzgewächse auch noch durch andere Verhältnisse, namentlich durch Organisationseigentümlichkeiten mitbedingt.

Ein Übergang von sommergrünen in immergrüne Holzgewächse ist, worauf ich schon mehrfach aufmerksam machte (*Ligustrum vulgare*, *L. ovalifolium* usw.), in der Natur nicht selten zu finden. Indem sich ein Holzgewächs rücksichtlich seiner Entlaubung von jenen in meinen Abhandlungen über Laubfall genügend erörterten äusseren Einflüssen, welche zur Entlaubung führen, emanzipiert und seine Entlaubung nur mehr vom Absterben der Blätter und von dem Treiben der Knospen („Treiblaubfall“) abhängig macht, erfolgen jene Schritte, welche im Laufe von Generationen die Umbildung der sommergrünen Holzgewächse in immergrüne bewirken.

24. Wilhelm Figdor: Über Heliotropismus und Geotropismus der Gramineenblätter.

Eingegangen am 20. April 1905.

Über den richtenden Einfluss des Lichtes und der Schwerkraft auf die einfachst gebauten, nur aus einer Blattfläche bestehenden Assimilationsorgane und jene, bei welchen ein Blattstiel, eine Lamina und eventuell noch Gelenkpolster differenziert erscheinen, liegen ausführliche Untersuchungen[1]) vor. Die für zahlreiche Monokotyledonen so charakteristischen stiellosen Laubblätter mit einem scheidenförmig entwickelten Blattgrunde sind hingegen, soweit ich die einschlägige Literatur übersehe, noch nicht von diesem Gesichtspunkte aus eingehend betrachtet worden. Es wurde, abgesehen von einigen wenigen Angaben, immer nur auf die Rolle hingewiesen, welche derartige Bildungen teils als schützende, teils als im Dienste der Festigung stehende Organe für junge, unausgewachsene Pflanzenteile spielen: mehrere gelegentlich gemachte Beobachtungen erweckten jedoch in mir die Vermutung, dass sie ausserdem auch einem Licht- und Schwerkraftsreiz gegenüber reagieren und in dieser Hinsicht für das Leben der Pflanze von Bedeutung sein können.

Ich unternahm es deshalb typische, ungestielte Laubblätter mit einem scheidenförmig entwickelten Blattgrunde[2]) bezüglich ihres heliotropischen und geotropischen Verhaltens mit Hilfe des Experimentes zu prüfen und beschloss eventuell nachzusehen, in welcher Weise die heliotropische Empfindlichkeit im Blatte verteilt ist und ferner, ob eine Fortpflanzung des heliotropischen Reizes von der Lamina zur Blattscheide stattfindet[3]). Durch eine derartige Untersuchung wird gleichzeitig auch eine unbedingt notwendige Vorarbeit geschaffen, auf Grund welcher man sich über das Zustandekommen der „fixen Lichtlage“ der Laubblätter bei den eben erwähnten Pflanzen ein klares Bild entwerfen kann.

Obwohl Scheidenblätter bei den Monokotyledonen überaus häufig

---

1) Bezüglich dieser vgl. K. LINSBAUER: Untersuchungen über die Lichtlage der Laubblätter. Sitzungsber. der kais. Akad. der Wissenschaften in Wien. Mathem.-Naturw. Klasse, Bd. 113, Abt. 1.

2) Ich werde in Hinkunft der Kürze halber stets nur von Scheidenblättern reden.

3) Einige Resultate dieser Arbeit habe ich bereits gelegentlich eines botanischen Abends an der Wiener Universität vorgetragen. Vgl. Österr. bot. Zeitschr., Jahrg. 1901, S. 104.

auftreten, musste ich trotzdem lange nach einem für meine Zwecke geeigneten Untersuchungsmaterial suchen. Schliesslich fand ich ein solches in den Blättern der Gramineen. Folgende zwei Gründe waren für mich massgebend mit denselben zu arbeiten: 1. Sind die Pflanzen aus Samen zu jeder Jahreszeit leicht in genügender Anzahl zu beschaffen, und 2. gelingt es durch entsprechende Kulturbedingungen Vertreter verschiedener Gattungen derart heranzuziehen, dass die Achse nur den allergeringsten Teil der Länge der ganzen Pflanze ausmacht und das junge Individuum eigentlich nur aus einigen wenigen entwickelten Blättern und den innerhalb dieser in gerollter Knospenlage befindlichen jugendlichen Blattanlagen besteht. Infolge eben erwähnter morphologischer Verhältnisse kann man bei diesen Gewächsen verhältnismässig leicht mit den einzelnen Teilen der Assimilationsorgane operieren. Hervorheben möchte ich noch, dass sich alle meine Angaben immer nur auf das erste aus dem Kotyledo[1]) hervorbrechende Laubblatt beziehen; da dasselbe ganz typisch gebaut ist, so zweifle ich nicht, dass die an diesen gewonnenen Resultate auch für die anderen Blätter gelten werden. Von den Gramineen wurden folgende Arten untersucht: *Avena sativa*, *Secale cereale*, *Phalaris canariensis*, *Triticum vulgare*, *Hordeum sativum*. Die beiden letztgenannten Spezies eignen sich für unsere Versuche nicht so gut wie die anderen, da es nur schwer gelingt Pflanzen gänzlich gerade, ohne irgendwelche Nutationen, heranzuziehen.

Ob die Scheidenblätter jener Pflanzen, welche zu anderen Familien gehören, sich ebenso verhalten wie die der Gramineen, müssen erst weitere Beobachtungen lehren. Aus diesem Grunde möchte ich in den folgenden Zeilen das uns bezüglich des hier interessierenden Gegenstandes Bekannte nur insoweit anführen, als es sich auf die Gräser bezieht.

Die jugendliche Spreite des Grasblattes ist bei aufrechtem Halme anfänglich aufgerichtet. Die Bewegung der Lamina ist also im Laufe der Entwicklung eine nach abwärts gerichtete. WIESNER[2]) vermutet nun der Beobachtung zufolge, dass die Spreiten an den Lichtseiten der Halme früher eine geneigte Lage annehmen als an den Schattenseiten, eine heliotropische Empfindlichkeit des Gewebepolsters, welches sich an der Grenze zwischen Spreite und Scheide des Grasblattes und zwar nach aussen hinter der Ligula befindet. „Das Gewicht der Blätter spielt indessen bei der Abwärtsbewegung derselben gewiss auch eine Rolle.“ ROTHERT[1]) hingegen leugnet jeden Heliotropismus und auch Geotropismus der Laubblätter nach dem Hervortreten aus dem Kotyledo trotz intensiven Wachstums. Später präzisiert WIESNER gelegentlich der Studien über den Lichtgenuss der Pflanzen seinen Standpunkt dahin, dass bei den Gräsern sowohl photometrische wie auch aphotometrische Blätter[2]) vorkommen: „die langen, schmalen, dünnen Grasblätter sind, obwohl sie oft auffällig gegen das stärkste Licht gewendet erscheinen, doch eigentlich aphotometrisch und wenden ebenso oft die Unterseite als die Oberseite gegen das stärkere Licht. Man kann dies namentlich an lang- und schmalblättrigen Gräsern beobachten, welche einseitig beleuchtet sind, z. B. knapp an einer Mauer stehen. Aber eine genauere Untersuchung lehrt, dass diese Blätter nur passiv zum Licht gewendet sind durch die auf positivem Heliotropismus beruhende Neigung der Halme gegen das stärkere Licht“[3]). Andererseits „bilden die Gräser auch panphotometrische, ja sogar euphotometrische Blätter aus. Ersteres scheint wohl stets dann zur Regel zu werden, wenn die Blätter — bei sonst flacher Gestalt — kurz sind, sich also der normalen flächenförmigen Gestalt des Laubblattes nähern. Da bei vielen Gräsern die tieferen Halmblätter lang, streifenförmig, die oberen aber kurz sind (z. B. bei *Dactylis glomerata*), so kann an einer und derselben Pflanze ein Teil der Blätter aphotometrisch, der andere aber photometrisch sein“[4]). Auch die Blätter baumartiger Bambusen sind nach demselben Forscher photometrisch, zum Teil panphotometrisch, zum Teil sogar auch euphotometrisch[5]).

---

[1]) Ich bezeichne als solchen das bei der Keimung aus dem Samen zunächst hervorbrechende zylindrisch geformte, allseits geschlossene Organ.

[2]) WIESNER: Die heliotropischen Erscheinungen im Pflanzenreiche. Eine physiolog. Monographie. Denkschriften der mathem.-naturw. Klasse der kais. Akad. der Wiss. in Wien, Bd. II (1880), S. 59.

Hinsichtlich des Geotropismus der Gramineenblätter sind wir auch nur unvollkommen orientiert; alle Angaben beziehen sich nämlich auf Assimilationsorgane eines solchen Altersstadium, in welchem die Scheidenteile den eigentlichen Stengel resp. die Halmknoten bereits gänzlich umhüllt haben. „Geotropisch aktiv ist aber nur der der Blattscheide angehörige Teil des Knotens, sagen wir kurz der Blattknoten“[6]), und dieser bewahrt auch nach Entfernung des Stengels sowohl im intakten als auch im gespaltenen Zustande seine volle

---

[1]) ROTHERT: Über Heliotropismus, in COHN's Beiträgen zur Biologie der Pflanze, Bd. VII (1894), S. 29.

[2]) Den Begriff des photometrischen und aphotometrischen Blattes glaube ich als bekannt voraussetzen zu dürfen. Vgl. WIESNER: Über die Formen der Anpassung des Laubblattes an die Lichtstärke. Biolog. Centralblatt, Bd. 19 (1899), S. 1 ff.

[3]) WIESNER, l. c. S. 14.

[4]) Ebendort l. c. S. 15.

[5]) Ebendort.

[6]) PFEFFER: Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abhandlungen der Math.-Physik. Cl. der königl. sächs. Ges. der Wissensch. Bd. 20 (1893), S. 390.

Aktivität[1]). Jedoch kommt es auch vor, z. B. bei *Zea Mays*, dass im Knoten der Halm und Blatteil, sowie auch das ganze Internodium mit der Blattscheide geotropisch ist. Letzteres findet sich andeutungsweise auch bei anderen Gräsern[2]). Wie sich die einzelnen Teile von ganz jungen Blättern, welche ein Achsenorgan noch nicht umschliessen, bezüglich des Geotropismus verhalten, ist nach alledem noch nicht gesagt, und schien es mir wünschenswert auch diese in den Kreis der Untersuchung zu ziehen.

Der Übersichtlichkeit halber möchte ich zuerst den Heliotropismus und dann den Geotropismus der Gramineenblätter besprechen.

Heliotropismus.

Um geeignetes Versuchsmaterial zu gewinnen, wurden die Samen 24 Stunden quellen gelassen, hierauf eventuell von den Spelzen befreit und mit nach unten gewendeter Bauchnaht auf mit Filtrierpapier ausgekleidete Keimschalen gelegt. Sobald das Würzelchen resp. der Kotyledo zum Vorschein gekommen war, piquierte ich möglichst gleichmässig angekeimte Samen in derselben Lage, wie eben erwähnt, in Reihen schachbrettförmig in mit Erde beschickte Töpfe· Auf diese Weise war es mir möglich die eine oder andere Seite von mehreren Exemplaren gleichzeitig zu beobachten. Die Samen dürfen dem Erdboden nur ganz leicht angedrückt werden; hierdurch konnte das Licht[3]) gleich vom Anfang an auf die Pflanzen einwirken, und wird dann die Ausbildung des Hypokotyls nahezu gänzlich unterdrückt[4]), was die weitere Versuchsanstellung sehr vereinfacht. Zudem waren die Wachstumsverhältnisse und die heliotropische Empfindlichkeit der einzelnen Individuen die ganz gleichen wie sie in der freien Natur vorkommen. Da es sich bei meinen Versuchen eventuell auch darum handelte einen schwachen heliotropischen Effekt nachzuweisen, arbeitete ich bei diffusem Tageslicht, welches stets streng von einer Seite her kam und die Pflanzen ihrer ganzen Länge nach traf. Hierzu diente mir ein innen geschwärzter Kasten, dessen eine

---

1) DE VRIES: Über die Aufrichtung des gelagerten Getreides. Landw. Jahrbücher Bd. 9 (1880), S. 483.

2) PFEFFER: l. c. S. 391. In eine Arbeit von FRANCIS DARWIN: Note on geotropism of grass-halms (The new phytologist 1903 S. 134) konnte ich nicht Einsicht nehmen.

3) Dasselbe kam stets nur von oben behufs Vermeidung von heliotropischen Krümmungen; bei seitlich einfallendem Lichte liess ich eben deshalb die Kulturen um eine vertikale Achse rotieren.

4) Vergleiche die Angaben WIESNER's bezüglich *Zea Mays*. (Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. I. Sitzungsber. der kaiserl. Akademie der Wissensch. in Wien. Math.-naturw. Cl. Bd. 102 (1893), Abt. 1, S. 341, und ROTHERT: l. c. S. 67.

nach Südosten gewendete Seite mittels einer Blende verschieden weit geöffnet werden konnte. Bezüglich der im Innern des Kastens herrschenden Lichtintensität sei noch erwähnt, dass sich die Versuchspflanzen ungefähr 15—20 *cm* vom äusseren Rande desselben befanden.

Sobald die eingerollten Blattspreiten die Kotyledonen durchbrochen hatten, wurden die Pflanzen in den eben erwähnten Kasten und zwar mit der Flankenseite gegen das Licht gewendet gestellt, so dass die zweizeilig angeordneten Blätter sich in einer Ebene senkrecht zum einfallenden Licht entwickeln konnten. Um durch einen eventuell noch vorhandenen Heliotropismus der Kotyledonen nicht zu Fehlschlüssen verleitet zu werden[1]), verdunkelte ich diese vorsichtshalber gänzlich mittels fein gesiebter Erde, ebenso wie dies ROTHERT[2]) getan. Trotz eines ausgiebigen Längenwachstums der Lamina, welches streng basipetal verläuft[3]), konnte ich in keinem einzigen Falle irgendwelche heliotropische Krümmung dieser wahrnehmen. Erst wenn die Spreite gänzlich aus dem Kotyledo hervorgeschoben worden war, sich ausgebreitet hatte und der Vaginalteil am oberen Rande des Kotyledo sichtbar wurde, bemerkte ich immer eine Neigung der Blattscheide gegen das Licht[4]) und gleichzeitig erschien auch die in einem Bogen nach abwärts gekrümmte Blattfläche ungefähr unter einem Winkel von 45° ebendorthin nach vorne gedreht. Da infolge des abgeschlossenen Längenwachstums der Blattfläche an einen Kantenheliotropismus[5]) derselben nicht gedacht werden konnte, vermutete ich, dass der Vaginalteil des Blattes heliotropisch empfindlich ist, welche Erscheinung eventuell noch durch das Gewicht des Blattfläche verstärkt zum Ausdruck kommen könnte. Um zu entscheiden, ob der eine oder andere Faktor oder beide gemeinsam ursächlich mit der gegen das Licht gerichteten Bewegung im Zusammenhange stehen, entschloss ich mich behufs Ausschaltung einer durch die Blattlamina verursachten Gewichtskrümmung dieselbe etwa 2 *mm* oberhalb der Ligula, gleich nach dem Hervorbrechen aus dem Kotyledo, mittels eines scharfen Messers von der Pflanze abzutrennen und das Individuum so weiter wachsen zu lassen.

In der Literatur fand ich keine Angaben, inwieweit eine derartige Operation die Wachstumsverhältnisse der stehengebliebenen

---

[1]) Mit sinkender Wachstumsintensität des Kotyledo vermindert sich dessen Krümmungsfähigkeit: nach der Durchbrechung des Kotyledo durch das Laubblatt fällt dieselbe rapid. (ROTHERT: l. c. S. 29.)

[2]) ROTHERT: l. c. S. 21.

[3]) STEBLER: Untersuchungen über das Blattwachstum. Jahrbücher für wissensch. Botanik. Bd. 11 (1878) S. 47.

[4]) Dieselbe verstärkte sich zusehends mit dem Wachstum des Scheidenteils.

[5]) LINSBAUER: l. c. S. 17. Ob die Blattfläche photonastisch ist, habe ich nicht untersucht.

Vaginalteile beeinflusst[1]). Ich führte deshalb diesbezüglich eine Versuchsreihe durch[2]). An zehn ganz gleich aussehenden Keimlingen (je fünf Pflanzen der Versuchsreihe A und B) wurden auf der Lamina, nach dem Hervorbrechen dieser aus dem Kotyledo, von der Blattspitze nach abwärts Marken in je 3 *mm* Entfernung voneinander aufgetragen und täglich der neue Zuwachs ebenso markiert. Die Länge der vorhandenen Zonen blieb stets die gleiche. Das Wachstum erfolgte auch hier streng basipetal und war im Durchschnitte genommen bei beiden Versuchsreihen annähernd ganz gleich bis zum Momente der Operation am 26. Juli. Dieselbe wurde bei Versuchsreihe B wie früher angegeben ausgeführt und liess ich die Versuchsreihe A zur Kontrolle normal weiterwachsen. Die Blattspreiten waren hier vorsichtig an Stützen befestigt worden, um irgendwelche Beeinflussung des Wachstums durch eine Druck- resp. Zugwirkung hintanzuhalten. Bereits 24 Stunden nach der Operation waren die Scheidenteile der verletzten Pflanzen etwas weniger lang als die der normalen, und später blieben sie gegenüber den ersteren im Wachstum zurück. Ferner wurde dasselbe früher abgeschlossen, welche Erscheinung wahrscheinlich auf die Verwundung zurückzuführen ist. (Vergl. die Tabelle.)

	Versuchsreihe A		Versuchsreihe B	
	Länge der Blattspreite in *mm*	Länge der Blattscheiden in *mm*	Länge der Blattspreite in *mm*	Länge der Blattscheiden in *mm*
22. Juli	15,15	—	15,6	—
23. Juli	41,7	—	42,9	—
24. Juli	83,10	—	85,65	—
25. Juli	118,2	—	121,95	—
26. Juli	130,05	8,4	131,1	10,65
27. Juli	133,95	21,00	Kein Zuwachs	18,00
28. Juli	Kein Zuwachs	21,9		24,75
29. Juli		31,35		25,65
30. Juli		32,70		26,10
31. Juli		32,70		Kein Zuwachs
1. August		32,85		

---

[1] C. O. Townsend (The correlation of growth under the influence of injuries. Annals of botany, Vol. 11 (1897), S. 509) hat nur das Wachstum von Grasblättern beobachtet, deren Spitzen um 2—10 *mm* gekürzt worden waren.

[2] Die Untersuchungen über das Wachstum verletzter Blätter werden noch fortgesetzt.

Da, wie wir eben gesehen haben, die Abtrennung der Lamina das Wachstum des Vaginalteiles nicht sonderlich irritiert und auch im Dunkeln ausgeführte Versuche ergaben, dass infolge des Verwundungsreizes keine wie immer gearteten Krümmungen hervorgerufen werden, blieb ich bei dieser Art der Versuchsanstellung. Bei allen früher angeführten Spezies konnte ich eine heliotropische Empfindlichkeit der Blattscheide nachweisen. Dieselbe ist keine grosse. Im Durchschnitt werden die Scheiden ungefähr 5—15° von der Vertikalrichtung abgelenkt. Hierbei ist nicht zu vergessen, dass sich innerhalb der Scheide stets noch jugendliche Blattanlagen in gerollter Knospenlage befanden, welche der Krümmung naturgemäss einen gewissen Widerstand entgegensetzten. Die Krümmung vollzog sich nur ausserhalb des Kotyledo; die innerhalb dieses gelegenen Partien konnten sich, wahrscheinlich infolge der Festigkeit des Kotyledo und der bei der Versuchsanstellung angewendeten Erde, nicht mitkrümmen. Dass die Achse der Pflanzen bei der uns hier interessierenden Erscheinung gar keine Rolle spielt, zeigte die mikroskopische Untersuchung. Der Kotyledo umschloss stets den Vegetationspunkt des Halmes, im äussersten Falle lag er ca. 1 *cm* über dem Niveau der Erde, in welche die Pflanzen eingesetzt worden waren.

Versuche, welche darauf abzielten, die Verteilung der heliotropischen Empfindlichkeit in den verschiedenen Partien des Vaginalteiles kennen zu lernen, ergaben als Resultat, dass dieselbe eine gleichmässige ist[1]). Es wurde z. B. bei 27 *Avena*-Pflanzen die Scheide am oberen Ende um ca. 3 *mm* (von der Ligula nach abwärts gemessen) gekürzt[2]) und war dieselbe dann nur mehr 13,3 *mm* im Durchschnitte lang. Nach drei Tagen konnte man trotz einer verhältnismässig geringen Wachstumsintensität (der Zuwachs betrug während dieser Zeit 4,3 *mm*) bei allen Individuen ebenso deutlich eine heliotropische Krümmung des Vaginalteiles unter Beibehaltung früher erwähnter Versuchsanstellung beobachten wie an Pflanzen, bei welchen noch ein Stumpf der Lamina stehen geblieben war. Ebenso verhielt sich auch *Secale cereale.*

Schliesslich erschien es mir noch interessant zu untersuchen, ob die Blattfläche imstande ist, einen heliotropischen Reiz zu perzipieren[3]) und in basipetaler Richtung (gegen die Blattscheide) weiter zu leiten. Zu diesem Behufe liess ich die Blattfläche unter denselben Bedingungen, wie früher angegeben, bei einseitig einfallendem Lichte wachsen, schnitt dieselbe knapp vor ihrem gänzlichen Hervortreten aus dem Kotyledo an ihrer Basis ab und stellte die Versuchspflanzen hierauf ins Dunkle. Die sich nun entwickelnden Scheidenteile waren stets durchaus gerade, so dass angenommen werden muss: eine Fortpflanzung des Lichtreizes von der Lamina zum Vaginalteile findet nicht statt, und der Vaginalteil des Blattes allein ist als das Licht perzipierende Organ anzusprechen. Dass die Induktionszeit zum Hervorrufen einer heliotropischen Krümmung eine zu kurze gewesen sein sollte, erscheint mir ganz ausgeschlossen, da während dieser Versuche stets schönes, sonniges Wetter (bei hoher, chemischer Lichtintensität) herrschte. Hingegen könnte man für den eben erwähnten Ausgang der Versuche den Verwundungsreiz oder auch die gleichzeitig angreifende Wirkung der Schwerkraft verantwortlich machen. Versuche nach dieser Richtung hin habe ich nicht durchgeführt.

---

[1]) Vergl. die auf S. 179 dieser Arbeit mitgeteilte Ansicht WIESNER's.

[2]) Auch eine derartige Verletzung rief keine Krümmung des Scheidenteiles hervor.

[3]) Vergl. G. HABERLANDT, Die Perzeption des Lichtreizes durch das Laubblatt. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. 22 (1904), S. 105ff.

Geotropismus.

Bezüglich desselben kann ich mich, da die Vorbereitung des Versuchsmateriales die gleiche war wie für die heliotropischen Studien, kurz fassen. Dass die Lamina des Grasblattes nicht geotropisch empfindlich ist, hat bereits ROTHERT, wie oben erwähnt[1]), nachgewiesen. Um zu prüfen, ob das Gleiche für den Vaginalteil gilt, legte ich Pflanzen, bei welchen eben der Scheidenteil aus dem Kotyledo hervorgeschoben wurde, im Dunkeln horizontal mit der Flanke nach oben gewendet, nachdem zuvor die Lamina behufs Vermeidung einer Krümmung des Vaginalteiles durch das eigene Gewicht mittels eines scharfen Schnittes entfernt worden war. Da die Achse wie auch der Kotyledo geotropisch empfindlich ist[2]), musste ich darauf bedacht sein, auf irgend welche Weise eine geotropische Reaktion der eben erwähnten Organe auszuschliessen. Am einfachsten erzielte ich dies dadurch, dass ich das schwach ausgebildete Hypokotyl und den Kotyledo knapp unter seiner Spitze nach PFEFFER's[3]) Methode eingipste. Zu diesem Behufe erhöhte ich den Rand der einzelnen Töpfe, in welchen sich die Versuchspflanzen befanden, durch einen aus steifem Papier gefertigten Mantel derart, dass dessen obere Kante mit den Spitzen der Kotyledonen annähernd in einer horizontalen Ebene lag und goss sodann den freien Raum zwischen den Kotyledonen mittels des Gipsbreies aus. An derartig adjustierten und wie früher erwähnt orientierten Versuchspflanzen konnte man oft schon nach 24 Stunden nach dem Einleiten des Experimentes deutlich eine geotropische Aufwärtskrümmung des heran-

---

1) Vergl. S. 184 dieser Arbeit.

2) ROTHERT, l. c. S. 29.

3) PFEFFER, l. c., S. 238 ff. Ich wandte auch noch andere Fixierungsmethoden an, es erwiesen sich jedoch dieselben als nicht brauchbar, und führe ich sie deshalb nicht an.

wachsenden Scheidenteiles beobachten und zwar bis zu einem Winkel von 45° (an der Abbiegungsstelle gemessen). Normal aufgestellte, ebenso behandelte Pflanzen wuchsen im Dunkeln gerade aufwärts, wie zahlreiche Versuche ergaben. Inwieweit der Zuwachs des heranwachsenden Scheidenteiles durch den Prozess des Eingipsens beeinflusst wurde, habe ich nicht näher untersucht[1]), möchte jedoch nur anführen, dass nach Verlauf von 48 Stunden der Scheidenteil ungefähr doppelt so lang war wie zu Beginn des Versuches (*Avena*). Übrigens konnte man selbst bei einer geringeren Zuwachsgrösse deutlich eine geotropische Krümmung wahrnehmen, so z. B. bei Weizenpflanzen (die Länge des Scheidenteiles war zu Anfang des Versuches 11,8 *mm*, am Ende desselben 17,4 *mm* im Durchschnitte).

Schlussbetrachtung.

Nachdem in den vorhergehenden Zeilen auf die Funktion der einzelnen Teile des Grasblattes hingewiesen wurde, scheint es mir wünschenswert kurz auseinanderzusetzen, auf welche verschiedene Weise, und zwar in Abhängigkeit von dem Alter der Graspflanzen, die „fixe Lichtlage“ der Laubblätter zustande kommt.

Der Kotyledo nimmt, solange er nicht ausgewachsen ist, infolge seiner heliotropischen und geotropischen Empfindlichkeit der Aussenwelt gegenüber eine bestimmte Richtung ein, in welcher die auf äussere Reize (Licht und Schwerkraft) nicht reagierende Lamina hervorgeschoben wird. Sobald die Blattspitze den Kotyledo durchbricht, ist das Wachstum desselben nahezu gänzlich erloschen und gleichzeitig auch sein Heliotropismus und Geotropismus. Der Kotyledo dient nur mehr als führende Scheide, aus welcher nacheinander die Laubblätter zum Vorschein kommen. Die Scheidenteile dieser übernehmen nun die physiologische Rolle des Kotyledo. In diesem Altersstadium besteht die ganze Pflanze nur aus wenigen, vollständig entwickelten Grasblättern und den in gerollter Knospenlage befindlichen Blattanlagen; es kommt, wie sich WIESNER in seiner Vorlesung ausdrückt, eine Art „Scheinachse“[2]) zustande. Die eigentliche Achse (der Stengel resp. Halm) ist verhältnismässig sehr kurz und erscheint, abgesehen von einem eventuell entwickelten Hypokotyl[3]) aus gestauchten Internodien aufgebaut. Da das Längenwachstum dieser ein sehr geringes ist, kommt die richtende Wirkung der Schwerkraft nicht zum Ausdruck und ebenso wenig die des Lichtes, da ja die Achse von den Blattscheiden gänzlich umhüllt ist. Erst in einem verhältnismässig späten Entwicklungsstadium der Pflanze strecken sich die einzelnen Internodien. Nebenbei werden auch solche noch angelegt und verrichten diese nebst den Nodien ihre bekannten Funktionen, vermutlicherweise verstärkt durch die gleichartigen der Scheidenteile der Blätter. Dass auch das Eigengewicht der Blattorgane je nach ihrer Lage zur Richtung der angreifenden Kräfte (Licht- und Schwerkraft) von grosser Bedeutung für das Zustandekommen der fixen Lichtlage ist, darf nicht übersehen werden.

---

[1]) Vergl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. Bd. II (1901), S. 144ff.

[2]) Die Vaginalteile der Gramineen- und Musaceenblätter nehmen nach WIESNER's Auffassung als Träger der eigentlichen Assimilationsorgane (Lamina) den physiologischen Charakter von Stengeln an und dienen nicht nur der Festigkeit, sondern bieten auch physiologische Eigentümlichkeiten dar (Heliotropismus, Geotropismus), welche den Stengeln gewöhnlich zukommen.

[3]) Bei den Paniceen (als Unterfamilie im weiteren Sinne gefasst) entwickelt sich das Hypokotyl immer (auch bei Gegenwart von Licht) und wird die „fixe Lichtlage“ wahrscheinlich wieder auf eine andere Weise erreicht als bei den hier besprochenen Gräsern. Vergl. die Anm. 4 auf S. 185 dieser Arbeit.

Wien, Biologische Versuchsanstalt.

---

25. Hubert Winkler: Zur Morphologie und Biologie der Blüte von Durio zibethinus.

Mit Tafel IV.

Eingegangen am 26. April 1905.

Im Botanischen Garten hierselbst blühte in diesem Jahre zum erstenmal ein etwa 4 *m* hoher, bis an den Boden Zweige entsendender Baum von *Durio zibethinus.* Die Schönheit der Blüten sowie die Eigenart ihrer Anordnung im Innern der Krone, ihre Stammbürtigkeit und Zusammensetzung zu eigentümlichen Infloreszenzen und schliesslich nicht zum wenigsten der Ruf der Frucht des Baumes als eines köstlichen Tropenobstes veranlassten mich, sie näher zu beobachten, zumal in den „Pflanzenfamilien“ über ihre gröbsten morphologischen Verhältnisse noch Unrichtigkeiten angegeben sind und in der neuen Auflage von KNUTH's „Handbuch der Blütenbiologie“ (1904) die Beschreibung der Blütenverhältnisse kaum eine Zeile einnimmt.

Die Blütenstände, die eine wickelartige Verkettung zeigen, enthalten 3 bis 12 Einzelblüten. Die Stützblätter innerhalb des Blütenstandes sind zuweilen zu Laubblättern ausgestaltet. Selten kommt es vor, dass eine einzelne Blüte endständig an einem mit zwei bis drei Laubblättern besetzten Triebe steht. Die einzelnen Internodien der Infloreszenz erreichen eine Länge von 3, meist 5 bis 6 *cm*, sind nach oben hin allmählich etwas keulig verdickt und ziemlich schlaff.

Die Blütenstände entspringen unter- oder seitwärts an den fast wagerecht vom Hauptstamm abgehenden Ästen und hängen infolge ihrer Schlaffheit herab.

Im entfalteten Zustande sind die Blüten einer Nymphaeenblüte nicht ganz unähnlich, nur kleiner. Die Knospe, die im Augenblick des Aufbrechens eine Länge von 3,5 bis 4 *cm* hat, besitzt zwei eng anliegende, völlig geschlossene Hüllen, einen Aussenkelch und den Kelch, die aus sehr dickem Gewebe bestehen. Beide, letzterer mehr, ersterer weniger, sind auf der Aussenseite mit den in den „Pflanzenfamilien" schon abgebildeten Schüppchen besetzt. Der Aussenkelch reisst mit zwei oder drei unregelmässigen Rissen etwa bis zur Mitte auf, und die Zipfel fangen bald nachher an von oben her zu vertrocknen. Alle Blattzyklen der eigentlichen Blüte sind, von gewissen Reduktionen und Teilungen abgesehen, achtteilig, nicht wie in den „Pflanzenfamilien" angegeben und abgebildet, pentamer. Der Kelch erscheint, von aussen gesehen, zwar meist nur vier- bis siebenteilig, doch deuten acht ziemlich seichte, rinnige Vertiefungen an, dass er tatsächlich aus acht Teilen besteht. Noch deutlicher tritt dies auf der Innenseite hervor, wo in Korrespondenz mit den äusseren Rinnen auf dem im ganzen gelblichen Grunde acht deutlich grüne Längsstreifen verlaufen. Auch der Kelch öffnet sich, wie der Aussenkelch, durch Aufreissen, doch nicht wie jener, unregelmässig, sondern an den eben beschriebenen, aus dünnerem Gewebe bestehenden Längslinien. Dabei wird die Spannung meist schon durch vier bis sieben Risse gelöst, so dass Blumen- und Sexualblätter sich strecken können. Daher kommt es, dass der Kelch aus vier bis sieben Zipfeln von verschiedener Breite und Zuspitzung zu bestehen scheint. —

Während der Kelch in der Knospenanlage eiförmig erscheint, weitet er sich im Verlaufe des Aufblühens unten stark aus. Diese Ausbuchtung enthält acht orangefarbige, flach reliefartige Drüsen von Blattgestalt, die oben spitz oder gestutzt und unregelmässig ausgezackt sind (Fig. 3). Diese fangen schon im letzten Stadium der Knospe an Nektar in Tröpfchenform auszuscheiden, besonders an ihrem unteren Rande. Er hat eine wässerige Konsistenz und wird später in solcher Menge erzeugt, dass er beim Schütteln aus der Blüte heraustropft. Geborgen wird er in der rinnigen Horizontalausbuchtung des Kelches, also zwischen Kelch und Krone.

Der Blumenblattkreis besteht normalerweise ebenfalls aus acht Gliedern, die hinter ebensovielen Staubblattbündeln stehen. Die Blüte ist also obdiplostemon. Nicht selten kommt Teilung einzelner Blumenblätter vor. Sind aus dieser zwei annähernd gleich grosse Blätter hervorgegangen, so stehen beide hinter einem Staubblattbündel, gleichmässig auf die beiden Seiten des gefalteten Bündels verteilt. Ist die Trennung aber so erfolgt, dass der eine Teil fast normale Grösse behält, während der andere nur sehr schmal ist, so nimmt der breite Teil die normale Stellung ein, der schmalere wird dagegen zur Seite gedrückt, oft so weit, dass er zwischen zwei Staubblattbündel zu stehen kommt. Auch Verwachsung zweier benachbarten Blumenblätter tritt zuweilen ein. Sie kann vollständig oder auch nur bis zur halben Höhe erfolgt sein. In jedem Falle erkennt man sie daran, dass das Verwachsungsprodukt zwei Mittelrippen besitzt, von denen die eine aussen öfter mit silberigen Schüppchen besetzt ist. Die Gestalt der normalen Blumenblätter ist spatelförmig. Die 20 bis 25 *mm* breite, an der Spitze seicht eingebuchtete Platte verengt sich nach unten zu allmählich in einen 3 bis 4 *mm* breiten Nagel. Ein breiter, flach rundlich erhabener, der Länge nach etwas eingedrückter Mittelnerv durchzieht das Blatt, das im ganzen weiss erscheint; die Platte zeigt einen Stich ins Grün, der Nagel ins Gelb. Die Krone ist links deckend.

Das Androeceum wird von acht Staubblattbündeln gebildet, die an der Basis zwar sehr eng zusammenschliessen, aber nicht verwachsen sind (Fig. 5). Die Verwachsung innerhalb der einzelnen Bündel geht ziemlich bis zur halben Höhe, doch laufen die Filamente unterhalb ihrer Ursprungsstelle aus dem verwachsenen Basalstück an diesem noch etwas herab. Die beiden seitlichen entspringen meist schon an einer tieferen Stelle, ja sie können in seltneren Fällen ganz frei werden, so dass in der Blüte ein einzelnes Staubblatt zwischen zwei Bündeln zu stehen scheint. Jedes Bündel zerfällt durch eine an der Aussenseite des verwachsenen Basalteiles verlaufende scharfe Falte deutlich in zwei Hälften. Abgesehen von dieser Faltung zeigt das Basalstück infolge von Druckverhältnissen auf dem Querschnitt mehr oder weniger deutlich Trapezform. Jede Seite eines Staubblattbündels enthält sechs bis acht, seltener fünf, meist sieben Filamente, die gewöhnlich in einer Ebene liegen. Zuweilen entspringen jedoch auch zwei derselben hintereinander. In den einzelnen Hälften kann wieder Verwachsung von Filamenten stattfinden, die manchmal fast bis zur Spitze fortschreitet. Bei den beiden inneren geht dies sehr häufig, wenn nicht regelmässig, so weit, dass die Zwiefachheit nur noch an der Dicke des Filamentes, das häufig eine Rinne aufweist, und an der Grösse der Antherenknäuel ersichtlich ist. Dieses Verwachsungsprodukt ist dann öfter seinerseits wieder mit dem dritten seitlichen Filament verschmolzen. Nicht selten läuft in der äusseren Falte des gemeinsamen Basalteils ein öfter fast bis zum Grunde freies, jedenfalls aber immer deutlich abgehobenes Filament herab. An diesem ist dann ein Teil der Anthere oder auch der ganze freie Teil petaloid ausgebildet, oder das Filament endet in einer Spitze, ohne eine Anthere zu tragen. Die Antheren sind meist zweifächerig, doch kommen auch ein- und dreifächerige vor. Sie stehen einzeln, und dies ist meist an kurz unter der Spitze der Filamente entspringenden Seitenästen dieser der Fall; oder es sind bis zu fünf an der Spitze der Filamente vereinigt. Dann können sie, miteinander verschlungen, einen kompakten Knäuel bilden, oder sie sind auch in diesem Falle noch mehr oder weniger lang gestielt. Jedenfalls spielen hierbei weitgehende Verwachsungs-, andererseits vielleicht auch Teilungsvorgänge mit, die noch einer näheren Untersuchung im Zusammenhange mit den Verhältnissen der anderen Blumenblattzyklen wie im Vergleich mit den Androeceen anderer Bombacaceen bedürfen.

Die Insertion der Blüte ist hypogyn. Zuweilen kommt es vor, dass das Achsenstück zwischen Aussenkelch und Kelch stark gestreckt ist. Der völlig entwickelte Fruchtknoten samt Griffel und Narbe ist 6 *cm* lang und ragt über die längsten Staubblätter nur sehr wenig hervor. Der Fruchtknoten ist mit den schon oben erwähnten Schuppen bedeckt, deren Stiele in seinem oberen Viertel sich häufig so massig ausgestalten, dass dieser Teil papillös erscheint. Jede Papille trägt dann auf ihrer Spitze die Schuppe (Fig. 7). Der Griffel ist stielrund und mit Sternhaaren bedeckt. Die kopfige, stark papillöse Narbe ist ein wenig schief aufgesetzt. — Im Gynaeceum ist die Zahl der Glieder reduziert. Der Fruchtknoten enthält sechs oder sieben Fächer; die Stelle des achten ist manchmal noch zu erkennen. Jedes Fach enthält zahlreiche Samenanlagen in zwei Reihen angeordnet.

Was die Biologie der Blüte von *Durio zibethinus* anlangt, so habe ich folgende Beobachtungen gemacht. Schon im ziemlich jungen Zustand der Knospe, wenn sie etwa 2 *cm* lang ist, fangen die Narbenpapillen an, einen klebrigen Saft auszuscheiden, und noch vor dem Platzen der beiden Kelchhüllen ist die Narbe mit einer dicken Schicht desselben bedeckt, während die Antheren noch völlig geschlossen sind. Die Bedeutung dieser so stark ausgeprägten Protogynie ist mir nicht klar, da, wie sogleich geschildert werden soll, alle Blüten annähernd zur gleichen Zeit die Anthese beginnen und in gleichem Tempo durchmachen. — Das Öffnen der Blüten geht in den Nachmittagstunden vor sich. Zwischen 2 und 4 Uhr platzen Aussenkelch und Kelch, und die weissen Blumenblätter strecken sich. Sie schliessen anfangs oben noch dicht, öffnen sich aber ziemlich schnell, so dass die Antheren zum Vorschein kommen und die klebrige Narbe etwa 0,5 *cm* hervorragt. Gegen 6 Uhr sind alle Blüten so weit entfaltet, dass die Blumenblätter aus dem Kelch herausgetreten sind und sich die Filamente gestreckt haben, so dass Antheren und Narbe etwa in derselben Ebene liegen (Fig. 1). Erst jetzt fangen die Antheren an, langsam aufzuplatzen, wobei die Staubblattbündel sich nach aussen spreizen. Auch die Blumenblätter biegen sich dicht oberhalb der Kelchzipfel langsam nach aussen und legen sich schliesslich soweit um, dass sie den Kelch dicht und fest umschliessen, indem ihre Innenfläche ganz nach aussen gekehrt wird (Fig. 2). Dieses Höhestadium der Blüte, in dem auch alle Antheren geöffnet sind, ist spätestens gegen 10 Uhr abends, bei vielen Blüten aber schon früher, erreicht und hält die ganze Nacht über an, wobei ein intensiver Geruch nach saurer Milch ausströmt. Gegen 4 Uhr morgens waren die Blüten äusserlich noch intakt, ihren Geruch aber hatten sie schon fast ganz eingebüsst, und bei geringer Berührung liessen sie zuerst die Staubblattbündel einzeln, sodann Krone, Kelch und Aussenkelch, soweit letzterer nicht schon längst abgeworfen war, als Ganzes fallen. Honig war in der Kelchausbuchtung nicht mehr vorhanden. Bei anderen Blüten bedurfte es stärkeren Schüttelns, um sie zu zerstören. Diese gaben noch einen schwachen Geruch von sich und enthielten noch etwas Honig. Gegen 6 Uhr morgens sind die meisten Blüten schon abgefallen, die übrigen im Abfallen begriffen.

Offenbar ist die Einrichtung und das Verhalten der Blüten von *Durio zibethinus* auf die Bestäubung durch Honigvögel berechnet. Und ich sah denn auch des Abends zwischen 5 und $^1/_2$7 Uhr, wann die Dämmerung in Dunkelheit übergeht, Honigvögel in dem Busch, die sich bei ihrer Zutraulichkeit ganz aus der Nähe beobachten liessen. Sie setzen sich zum Aufsaugen des Honigs mit dem Kopf nach unten an die Blüte, in deren erstem Stadium sie jedoch als Honigräuber gelten können. Denn sie führen ihren Schnabel durch die Risse des Kelches zwischen diesen und der Krone dort ein, wo der Honig abgesondert und aufbewahrt wird, und saugen öfter sekundenlang. Die Antheren können sie dabei nicht berühren, da diese von den Blumenblättern noch wie von einer Wand umgeben sind. Eine Berührung würde auch umsonst sein, weil die Antheren eben erst anfangen sich zu öffnen. Dieser Zustand ändert sich mit dem Umlegen der Blumenblätter nach aussen und dem Spreizen der Staubblattbündel. Da der Kelch von den sich deckenden Platten der Blumenblätter zuletzt völlig umschlossen ist, kann der Vogel seinen Schnabel nicht mehr in die Kelchrisse einführen, sondern nur in den Raum zwischen den Blumenblättern und den Basalteilen der Staubblattbündel. Die umgelegte Platte der Blumenblätter dient also als Honigschutz. Zugleich aber verlieren die Antheren die schützende Scheide, werden für die Berührung mit dem Vogelkopfe frei und durch die Spreizung noch mehr in dessen Bereich beim Saugen geführt. Eine noch grössere Sicherheit für die Beladung des Vogelkopfes mit Pollen aus den nun völlig geöffneten Antheren ist dadurch gegeben, dass der Honig aus seinem eigentlichen Halter, der weiten Kelchausbuchtung, zwischen den Nägeln der Blumenblätter in den jetzt für den Vogelschnabel nur zugänglichen Raum zwischen Krone und Staubblattkreis nur tropfenweise eindringen kann. Der Vogel vermag nicht sekundenlang ruhig zu saugen, sondern in einem Augenblick ist ein Tröpfchen aufgenommen, und es erfolgt durch Zurückziehen und wieder Vorstrecken des Schnabels nach einem anderen Honigtröpfchen öfter nacheinander eine nickende Bewegung des Kopfes. Es ist klar, dass dadurch die Chancen des Pollens, auf den Vogelkopf zu gelangen, steigen. Dadurch, dass sich der Vogel weiter nach der Mitte zu beugen muss, wird die Berührung der Narbe ermöglicht. Schmetterlinge habe ich niemals an den Blüten gesehen.

Obgleich ich die Übertragung von Pollen auf eine Narbe nicht beobachtet habe, geht aus der Betrachtung der morphologischen Verhältnisse sowie aus den Veränderungen der Blüte im Laufe der Anthese deutlich hervor, dass bei *Durio zibethinus* nicht nur zufällig eine Bestäubung durch Honigvögel herbeigeführt werden kann, sondern dass Blütenbau und -Entwickelung die feinsten Anpassungen daran zeigen. Nach meiner Beobachtung wäre freilich die Hauptzeit der Bestäubung auf die Nacht und die frühesten noch dunkelen Morgenstunden beschränkt, eine Zeit, in der die Vögel schlafen; und in Victoria würde sie nur bei vereinzelten frühreifen Blüten am späten Nachmittag erfolgen können, wie mir denn die oben beschriebenen Beobachtungen auch nur bei solchen möglich waren. Um so wünschenswerter wäre es, auf den Baum in seiner Heimat zu achten, um zu der Feststellung der Möglichkeit und Wahrscheinlichkeit der in angegebener Weise erfolgenden Bestäubung die ihrer regelmässigen Tatsächlichkeit hinzuzufügen.

Victoria (Kamerun), Februar 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Fig 1. Blüte von *Durio zibethinus* vor der Entfaltung.
„ 2. Blüte nach der Entfaltung. Die Kronblätter sind zurückgeschlagen.
„ 3. Zwei Kelblätter mit blattartigen Drüsenschuppen, welche den Nektar in Tröpfchenform ausscheiden. Natürl. Grösse.
„ 4. Ein Kronblatt in natürlicher Grösse.
„ 5. Eines der acht Staubblattbündel der Blüte. Natürl. Grösse.
„ 6. Petaloid entwickelte Staubblattteile. Natürl. Grösse.
„ 7. Querschnitt des mit Schuppen bedeckten Fruchtknotens.

26. P. Magnus: Sclerotinia Crataegi.

Mit Tafel V.

Eingegangen am 28. April 1905.

Herr Lehrer H. DIEDICKE in Erfurt sandte mir Anfang Mai 1900 eine Krankheit der Blätter von *Crataegus Oxycantha*, die er seit 1898 bei Erfurt beobachtet hatte. Ich erkannte sie als eine *Monilia*, die bekanntlich die Konidien von Arten der Gattung *Sclerotinia* sind. Ich hielt es anfangs für ein neues Auftreten, fand aber dann, dass EIDAM im Jahresberichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz 1899 (Berlin 1900), S. 167, bei Oswitz, Proscham und Lissa in Schlesien diese Erkrankung an *Crataegus Oxycantha* beobachtet und kurz beschrieben hat.

Seit dieser Zeit hat Herr Lehrer DIEDICKE die Entwicklung dieser *Sclerotinia* jedes Jahr genau verfolgt und mir stets die Belege seiner interessanten Beobachtungen freundlichst zugesandt. Er beobachtete die Keimung der Konidien und dass deren Keimschläuche in den Griffel eindringen. Er fand die sklerotisierten Früchte, die ich auch selbst am 16. August 1900 unter seiner freundlichen Führung am Andreas-Glacis bei Erfurt sammeln konnte. Mit grosser Zähigkeit hat er dann von 1900 bis 1904 jedes Jahr sklerotisierte Früchte gesammelt und in seinem Garten ausgelegt. Aber erst im März 1905 erhielt er die Keimung der im Herbst 1904 gesammelten und ausgelegten sklerotisierten Früchte und fand dann auch im selben Jahre viele ausgekeimte Sklerotien am Standorte. Ein Infektionsversuch, den Herr DIEDICKE mit den Askosporen auf die eben ausgetriebenen *Crataegus*-Blätter ausführte, war erfolgreich.

Die *Monilia* hat Herr DIEDICKE in SYDOW, Mycotheca germanica Nr. 282 vom Andreas-Glacis in Erfurt herausgegeben als *Monilia Crataegi* Diedicke nov. sp. ohne nähere Beschreibung.

Auf den von *Monilia Crataegi* Died. befallenen Blättern erscheinen gebräunte, mehr oder minder ausgedehnte Flecken, die sich über die ganze Spreite erstrecken können. Bei grosser Ausdehnung der Flecken breiten sich die Spreiten nicht aus, sondern werden nach unten eingekrümmt, so dass sie nach oben konvex erscheinen. Diese gebräunten Flecken bedecken sich beiderseits mit einem grauen Überzug, was namentlich, wenn man sie unter einer Glasglocke hält, noch schöner hervortritt. Dabei entwickeln sie, wie DIEDICKE und EIDAM beobachtet haben, einen starken, angenehm mandelartigen Geruch. Ich möchte vermuten, dass dieser Geruch Insekten anlockt, die die Konidien auf die Narben der von ihnen besuchten Blüten überführen, wie das schon WORONIN für *Sclerotinia Vaccinii* Wor. ausgeführt hat. Wie schon oben erwähnt, hat Herr DIEDICKE die Keimung der Konidien und ihr Eindringen in den Griffel beobachtet.

Macht man einen Querschnitt durch eine infizierte Blattstelle, so sieht man ein intercellulares Mycel. Dieses gestaltet sich zu einem pseudoparenchymatischen Lager unter der Kutikula und häufig auch zwischen der Epidermis und subepidermalen Zellschicht (s. Fig. 12 und 13). Die Epidermiszellen werden vom pseudoparenchymatischen Mycel zusammengedrückt und erscheinen als braune getötete Zellen zwischen oder unter demselben. Die einzelnen Zellen des pseudoparenchymatischen Lagers sprossen zu den verzweigten Konidienketten aus. Die Konidien sind 13,2 μ lang und 11 μ breit. Das pseudo-parenchymatische Lager besteht gewöhnlich aus zwei bis drei Schichten, und die abgehobenen Epidermiszellen liegen zwischen zwei solchen Schichten.

Die Ausbildung, welche das Mycel im infizierten Fruchtknoten erfährt, scheint vom Alter oder besser gesagt Entwicklungsstadium des Fruchtknotens zur Zeit der Infektion abzuhängen, könnte aber auch durch die äusseren Umstände (z. B. heissen Sonnenschein), denen der infizierte Fruchtknoten zur Zeit der Infektion und nachher ausgesetzt war, bedingt sein. Wenigstens fand ich in sehr verschiedenem Masse ergriffene Fruchtknoten. Das Mycel wucherte immer ausschliesslich im Fruchtfleische und dringt nicht in das eigentliche Fruchtknotenfach ein, das durch eine mehrschichtige sklerenchymatische Wandung geschützt ist. Wenn der infizierte Fruchtknoten am wenigsten ergriffen ist, wird vom Mycel kein Sklerotium in demselben gebildet. Es scheint dann in einem schon vorgerückteren Stadium erst infiziert worden zu sein. Denn die Parenchymzellen des Fruchtfleisches sind zu grossen Zellen mit starken getüpfelten Wänden entwickelt. Zwischen diesen Zellen und in denselben wuchert das Mycel (s. Fig. 11). Aber es wuchert in diesen weiten Zellen nur in einzelnen, von einander freien Hyphen, die sich oft der Wand nahe anlegen. Die Hyphen bleiben, wie gesagt, frei von einander und bilden keinerlei Sklerotialmassen, doch werden unter der Cuticula oder Epidermis dichte *Monilia*-Rasen angelegt.

In anderen Fruchtknoten wird nicht im ganzen Fruchtfleische, sondern nur an einzelnen Stellen Sklerotialgewebe gebildet. Solch einen Fall stellt Fig. 5 dar, wo man im Längsschnitte die weissen hellen Inseln des weitzelligen starkwandigen Parenchyms *p* erkennt.

Das Sklerotialgewebe wird von dem in das Fruchtfleisch, wie es scheint, jüngerer Fruchtknoten eingedrungenem Mycel gebildet. Es wuchert zwischen und in den Parenchymzellen (s. Fig. 6 und 7). Die Hyphen durchbohren die Zellwände und füllen das ganze Lumen dicht aneinander liegend aus. Die Parenchymzellen sind dünnwandiger und kleiner als die vorhin betrachteten. Die Hyphen haben eine dicke, stark lichtbrechende, also gallertig erscheinende Wandung, durch die sie zu einer festen Masse vereinigt sind, die zwischen sich die Wände der Wirtszellen einschliessen. Oft bleiben einzelne Parenchymzellen oder ganze Züge derselben frei von Mycel und werden dann vom heranwachsenden Sklerotium zusammengedrückt, wie man solche zusammengedrückten Zellen in Fig. 7 sieht. Nicht selten traf ich zwischen den Sklerotialhyphen breite, inhaltsreiche septierte Hyphen an (s. Fig. 7), die ich für askogene Hyphen ansprechen möchte. Ich habe auch ein paar Mal im Hypothecium eines jungen Fruchtbechers solche stärkeren Hyphen angetroffen.

Auch aus den infizierten Früchten können auf der Oberfläche Rasen von Konidienträgern hervorsprossen. Diese Rasen entspringen ebenfalls von einem kleinzelligen mehrschichtigen pseudoparenchymatischen Lager. Die Rasen der Konidienträger treten entweder zwischen der Cuticula und der Epidermis oder zwischen letzterer und der subepidermalen Zellschicht auf und sprengen die Cuticula resp. die Epidermis ab (s. Fig. 8). Der einzelne Konidienträger ist ein langer unverzweigter Faden, der an der Spitze eine Reihe kugeliger kleiner Konidien abschnürt. Zwischen diesen Konidienträgern stehen verlängerte, borstenförmig endende Hyphen, die die Konidienträger ein wenig überragen (s. Fig. 8). Diese Rasen unterscheiden sich von den Monilien, mit denen sie in der kugeligen Gestalt der Konidien und deren reihenweisen Abschnürung von der Spitze der Träger übereinstimmen, durch die mangelnde Verzweigung des Trägers und die weit geringere Grösse der Konidien, die nur 3,6 μ lang und 3 μ breit sind. Ich muss sie daher als eine von der *Monilia* verschiedene Form von Konidienträgern oder als eine modifizierte *Monilia*-Fruktifikation ansprechen. Durch ihre geringe Grösse und die kettenweise Abschnürung von den unverzweigten Trägern schliessen sie sich der Mikrosporenbildung an, die so häufig bei den Sklerotinien bei der Keimung der *Monilia*-Konidien und Askosporen auftritt und die WORONIN in seinen Veröffentlichungen am genauesten beschrieben und abgebildet hat. Ich glaubte auch anfänglich es mit einem anderen Pilze, einer Melanconiee, etwa einem *Colletotrichum* ähnlichen Pilze zu tun zu haben. Aber der Ursprung aus dem Sklerotienmycel und das konstante Auftreten an den erhaltenen sklerotisierten Früchten liessen mich an der Zugehörigkeit nicht zweifeln.

Einen ähnlichen Entwicklungsgang wie *Sclerotinia Crataegi* hat auch *Sclerotinia Padi* Woron. nach WORONIN's ausführlicher Studie in den Mémoires de l'Académie impériale des sciences de St. Pétersbourg, VIII. Série, Classe Physico-Mathématique, Vol. II, No 1 (1895). Auch sie entwickelt ihre Monilien regelmässig auf den Blättern und

Achsen der Zweige und die Sklerotien in den Früchten. WORONIN gibt l. c. S. 3 an, dass sich nicht selten die Oberfläche der noch am Baume hängenden mumifizierten Steinfrüchte mit einem weisslichen Anfluge aus Konidienketten bedeckt. Er bildet sie leider nicht ab. Da er sie auch nicht näher beschreibt, scheinen sie mit den *Monilia*-Konidien der Blätter identisch zu sein, wie ja bekanntlich auf Kirschen, Pflaumen usw. *Monilia*-Rasen auftreten. Doch wäre es immerhin möglich, dass auf den kleinen Steinfrüchten von *Prunus Padus* die *Monilia*-Träger wenigstens entsprechend dem kleinen Raume zu ihrer Entfaltung etwas modifiziert auftreten könnten.

An den sklerotisierten *Crataegus*-Früchten sitzen stets noch die Griffel, in die der Keimschlauch eingedrungen und in denen das Mycel sich schon entwickelt hat (s. Fig. 1—4). Herr DIEDICKE hat, wie eingangs erwähnt, die Keimung der im Herbste 1904 ausgelegten sklerotisierten Früchte im März 1905 beobachtet und auch zahlreiche ausgekeimte Sklerotien am Standorte gefunden. Auch Herr Geheimrat ADERHOLD, der mit Herrn Dr. RUHLAND zusammen mit von Herrn DIEDICKE erhaltener *Monilia Crataegi* erfolgreich *Crataegus Oxycantha* im Versuchsfelde Dahlem infiziert hat, erhielt schon im Mai 1904 aus einer von ihm gezogenen überwinterten *Crataegus*-Frucht einen einzelnen Fruchtbecher, und jetzt im April 1905 nach zweijähriger Überwinterung zwei Apothecien aus diesen Früchten.

Aus den sklerotisierten Früchten keimen 1—4 Apothecien aus. Mehr hat Herr DIEDICKE nicht an einer Frucht gefunden. Die Apothecien sind gestielt, und hängt die Länge des Stieles, wie Herr DIEDICKE beobachtet hat und von anderen Sklerotinien bekannt ist, von der Lage der sklerotisierten Früchte im Erdboden ab. Bei flacher Lage bleibt der Stiel kurz; bei tieferer Lage wird er länger. Die von Herrn DIEDICKE bei sich gezogenen, ziemlich flach liegenden Sklerotien trugen Apothecien mit 1—1,5 *cm* langen Stielen, während die im Freien gesammelten bis 4,5 *cm* lange Stiele hatten.

Die Apothecien sind unten schwarzbraun, dann hellbraun und oben wieder etwas dunkler. Die Scheibe des Apotheciums ist erst trichterförmig mit eingerolltem Rande, der sich später ausbreitet. Der Durchmesser der Scheibe ist etwa 3—8 *mm*. Das Apothecium ist aussen kahl; nur nach dem Rande der Scheibe zu stehen hin und wieder aussen einige wenige kleinere Haare.

Die Struktur des Stieles ist streng pseudoparenchymatisch. Die einzelnen Zellen sind verlängert in der Richtung des Stieles; die der inneren Schichten sind weit schmäler als die der äusseren Schichten. Letztere gehen unverändert in die Aussenwandung der Scheibe über, die also auch pseudoparenchymatisch ist, während sich im Innern im Hypothecium das pseudoparenchymatische Gewebe lockert und an vielen Stellen deutliche Hyphenzüge erkennen lässt

Die Asci stehen mit Paraphysen gemengt. Diese sind sehr schmal, oft an der Spitze ein wenig verbreitert. Sie sind septiert. Die Asci selbst sind lang-zylindrisch; sie sind etwa 170 μ lang und 10,5 μ breit; nur im oberen, etwa 65 μ langen Teile tragen sie die Ascosporen (s. Fig. 9). Die Membran des Ascus ist am Scheitel stark verdickt (s. Fig. 9 und 10). Die Entleerung des Ascus habe ich nicht beobachtet.

Die Ascosporen sind hyalin und liegen einreihig geradlinig untereinander im oberen Teile des Ascus. Sie sind im allgemeinen oval und an beiden Enden etwas zugespitzt (s. Fig. 10). Sie zeigten sich durchschnittlich 10,6 μ lang und 5,2 μ breit. Bei der Keimung treiben sie Keimschläuche und an denselben häufig Sterigmen, die kugelige Mikrosporen reihenweise abschnüren, wie das bei allen Sklerotinien bisher beobachtet wurde. Auch Herr Geheimrat ADERHOLD hat im Jahre 1904 solche Keimung von den Ascosporen dieser Art beobachtet.

Von den meisten auf den Früchten von Pomaceen und Amygdaleen beobachteten Sklerotinien unterscheidet sich diese *Sclerotinia Crataegi* durch die an beiden Polen etwas zugespitzten Ascosporen, während die Sklerotinien der Vaccinien und *Sclerotinia laxa* (Ehrenb.) Aderh. et Ruhl. und *Sclerotinia cinerea* (Bon.) Schroet. an beiden Polen abgestumpfte (utrinque obtusae) Ascosporen haben, wie das ADERHOLD und RUHLAND jüngst in ihrer Arbeit: „Zur Kenntnis der Obstbaumsklerotinien“ (Arbeiten aus der Biologischen Abteilung für Land- und Forstwirtschaft am Kaiserlichen Gesundheitsamte, Bd. IV, Heft 5, 1905) S. 432—437 gezeigt haben. Hingegen stimmt die Gestalt der Ascosporen von *Sclerotinia Crataegi* etwas überein mit der Gestalt der Ascosporen von *Sclerotinia fructigena* Schroet., wie sie ADERHOLD und RUHLAND, l. c. S. 432, beschreiben (utrinque acutae). Von dieser unterscheidet sich unsere Art durch die Lage der Ascosporen im Ascus, die geringere Grösse der *Monilia*-Konidien, die Art ihres Auftretens und die Bildung der Rasen der Mikrosporen abschnürenden Konidienträger auf den Früchten.

Die *Sclerotinia Crataegi* scheint weit verbreitet zu sein. DIEDICKE hat sie in Thüringen bei Erfurt, EIDAM an mehreren Stellen in Schlesien beobachtet. LAUBERT teilt in der Gartenflora 1905, S. 172 mit, dass er eine der *Sclerotinia Cydoniae* ganz ähnliche Krankheit auf *Crataegus grandiflora*, *C. melanocarpa*, *C. pinnatifida* und *C. nigra* am Rhein im Mai 1901 beobachtet hat. Diese möchten vielleicht oder wahrscheinlich auch zu unserer *Sclerotinia Crataegi* gehören.

Besonderes Interesse bietet, wie schon WORONIN hervorgehoben hat, die Gattung *Sclerotinia* durch die allmähliche Verteilung der Konidienbildung und Ascosporenbildung auf verschiedene Generationen. Während bei *Sclerotinia fructigena* und *Scl. cinerea* dasselbe Mycel

Monilien und Sklerotien bildet, tritt uns schon in *Sclerotinia Padi* und *Scl. Aucupariae* und anderen Obstbaumsklerotinien ein Frühjahrsmycel auf Blättern und Zweigen entgegen, das nur Monilien bildet, während in den Früchten, in die die Konidien eindringen, die Sklerotien entwickelt werden. Doch scheinen letztere bei einigen Arten auch noch Monilien zu bilden Bei *Sclerotinia Crataegi* scheint die eigentliche Monilienbildung schon auf das Frühlingsmycel der Blätter beschränkt zu sein, während das die Sklerotien in den Früchten bildende Mycel noch zahlreiche Rasen von Mikrokonidienträgern anlegt. Bei den Vaccinien sind Monilien und Sklerotienbildung streng auf zwei verschiedene Generationen geschieden, die bei *Sclerotinia Ledi* sogar auf verschiedenen Wirtspflanzen auftreten.

Die beigegebenen Abbildungen hat Herr Dr. PAUL ROESELER bei mir nach der Natur gezeichnet.

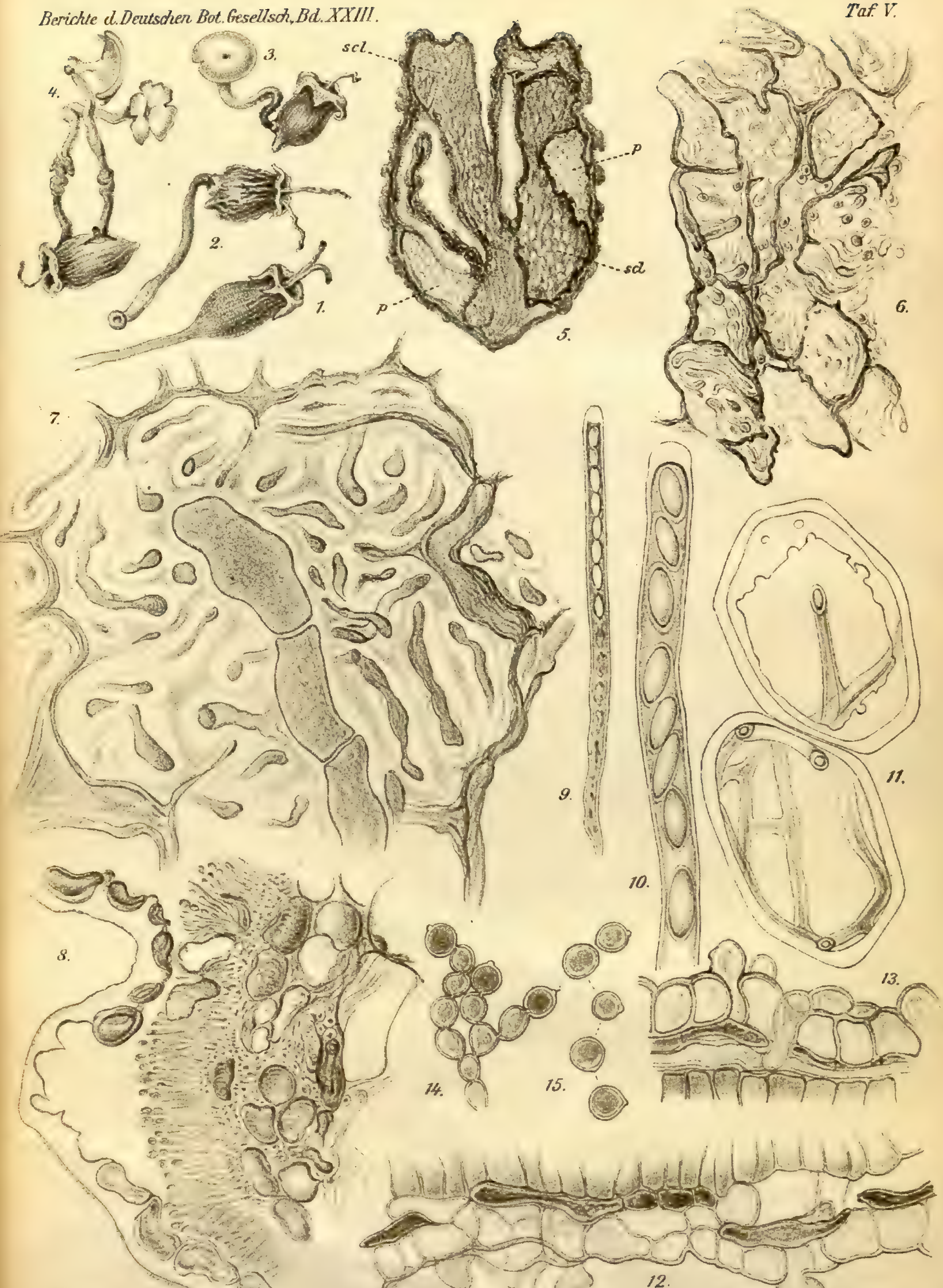
Erklärung der Abbildungen.

Sclerotinia Crataegi **und** *Crataegus oxyacantha.*

Fig. 1. Sclerotisierte Frucht. Vergr. 2.
„ 2–4. Ausgekeimte sclerotisierte Früchte. Vergr. 2.
„ 5 Längsschnitt einer sclerotisierten Frucht, scl. Sclerotialgewebe im Fruchtfleische; p. starkwandiges Parenchym mit Poren in den Wänden. Vergr. 10.
„ 6. Querschnitt des Sclerotialgewebes des Fruchtfleiches. Vergr. 420.
„ 7. Querschnitt des Sclerotialgewebes mit dicker septierter Hyphe (ascogone Hyphe?). Vergr. 765.
„ 8. Querschnitt eines aus der sclerotisierten Frucht entsprungenen Lagers von Konidienträgern. Dasselbe hat sich teils zwischen Cuticula und Epidermis entwickelt und dann nur die Cuticula abgesprengt und emporgehoben; teils hat es sich zwischen der Epidermis und subepidermidalen Zellschicht gebildet und dann die Epidermis abgesprengt. Vergr. 420.
„ 9. Einzelner Ascus. Vergr. 420.
„ 10. Oberer Teil des Ascus, der die Membranverdickung am Scheitel und die Gestalt der Ascosporen zeigt. Vergr. 765.
„ 11. Einzelne Zellen des Fruchtfleisches einer nicht sclerotisierten Frucht, die modifizierte Moniliarasen trug. Mycel in den Zellen. Vergr. 420.
„ 12 und 13. Blattquerschnitt mit dem Mutterboden der Monilia. Vergr. 420.
„ 14. Einzelne verzweigte Moniliakette vom Blatte. Konidien weit grösser als bei der Monilia der Früchte. Vergr. 42.
„ 15. Einzelne Moniliakonidien vom Blatte. Vergr. 420.

W. Busse n. d. Nat. gez.

E. Laue lith.


1.
2.
3.
4.
5.
scl
p
sd
p
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

P. Fischer gez.

E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, **Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29,** zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauer Strasse 29

Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch.

Handbuch zur Erkennung und Beurteilung von Rauchschäden von Dr. E. Haselhoff, Vorsteher der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Marburg i. H. und Prof. Dr. G. Lindau, Privatdozent der Botanik und Kustos am Kgl. Botanischen Garten in Berlin. Mit 27 Textabbildungen. Brosch. 10 Mk., geb. 11 Mk.

Das Werk fasst in grundlegender Weise die bis jetzt gewonnenen Erfahrungen über die Einwirkung der Rauchgase auf die Vegetation zusammen, gibt zahlreiche eigene Beobachtungen, wissenschaftliche Versuche der Verfasser wieder und ergänzt vor allem die einschlägigen Fragen nach der botanischen Seite.

Jahresbericht der Vereinigung der Vertreter der angewandten Botanik.

Erster Jahrgang 1903. Gross-Oktav. Geheftet 4 Mk.
Zweiter Jahrgang 1903/04. Mit Textfiguren. Gross-Oktav. Geheftet 5 Mk. 20 Pfg.

Der Jahresbericht verfolgt die Aufgabe der Förderung und Vertiefung der wissenschaftlichen Erkenntnis im Dienste von Land- und Forstwirtschaft, Handel und Gewerbe durch botanische Forschung. Gerade die landwirtschaftlich-praktische Botanik ist in kurzer Zeit zu einem Wissenszweig herangewachsen, der bei vollständiger Selbständigkeit in seinen Errungenschaften bereits hervorragend massgebend geworden ist für den weiteren Fortschritt auf den bezeichneten Gebieten. Der Jahresbericht dient daher als Sammelpunkt für die auf landwirtschaftlichen und verwandten Gebieten ausgeführten botanischen Forschungen.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 5.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 5.

MIT TAFEL VI.

AUSGEGEBEN AM 28. JUNI 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER.
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 5.

Seite
Sitzung vom 26. Mai 1905 203

Mitteilungen:

27. W. Zopf: Zur Vielkernigkeit grosser Flechtensporen . . 206
28. E. Tscherniajew: Über den Einfluss der Temperatur auf die normale und die intramolekulare Atmung der verletzten Pflanzen. (Mit zwei Abbildungen) 207
29. N. Sludsky: Über die Entwicklungsgeschichte des Juniperus communis. (Vorläufige Mitteilung). (Mit Tafel VI) 212
30. C. Wehmer: Über das Verhalten der Mucor-Arten gegen verdünnten Alkohol 216
31. Appel und Laubert: Die Konidienform des Kartoffelpilzes Phellomyces sclerotiophorus Frank 218
32. H. Conwentz: Die Fichte im norddeutschen Flachland. (Mit drei Textfiguren) 220

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 30. Juni 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Botanischen Museums

im königlichen botanischen Garten,

Grunewaldstr. 6/7.

Sitzung vom 26. Mai 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Shull, Geo. H., in **Long Island**, N. Y.,
Kaphahn, Dr., in **Aachen**,
Kegel, Dr. **Werner**, in **Göttingen**.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 12. Dezember 1904 erfolgten Ableben unseres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Wilhelm Schwacke**,

Kaiserlich Deutschen Vize-Konsuls und Professors der Botanik an der Schule für Pharmacie in Ouro Preto (Brasilien), sowie von dem am 14. Mai d. J. erfolgten Ableben unseres Ehrenmitgliedes, des Herrn

Federico Delpino,

Professors der Botanik an der Universität Neapel. Die Würdigung ihrer Verdienste um die Wissenschaft bleibt späteren Nachrufen vorbehalten.

Um das Andenken der Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Auf Einladung des Herrn Geheimrat Prof. Dr. ENGLER hatten sich bei günstigster Witterung am 14. Mai 11 Uhr vormittags um das nach dem neuen botanischen Garten übergeführte Denkmal ALEXANDER BRAUN's gegen 200 Personen eingefunden, unter denen sich mehrere Mitglieder der Familie, eine Anzahl früherer Schüler, zahlreiche Freunde und Verehrer des Verstorbenen, sowie der Schöpfer des Denkmals, Prof. SCHAPER, befanden. Nach Begrüssung der Anwesenden nahm Herr Geheimrat ENGLER das Wort zu folgender Ansprache:

Hochverehrte Anwesende!

Am vergangenen 10. Mai waren es 100 Jahre, dass in Regensburg ALEXANDER BRAUN geboren wurde, welcher nach 26jährigem erfolgreichen Wirken in Berlin seiner trauernden Familie, der von ihm innigst geliebten Wissenschaft, zahlreichen dankbaren Schülern und tief ergebenen Freunden zu früh entrissen wurde. Bald nach seinem Dahinscheiden vereinigten sich diese, um dem Verewigten dies Denkmal zu errichten, welches 1879 an einem schön gelegenen Platz des alten botanischen Gartens enthüllt wurde. Nachdem der alte botanische Garten seiner ursprünglichen Bestimmung entzogen war, schien es der Direktion des Gartens angezeigt, das Denkmal nach dem neuen Garten überzuführen, und ein dahin gehender Vorschlag wurde von den Mitgliedern des Denkmal-Komitees, den Angehörigen des Verstorbenen und dem hohen Ministerium beifällig aufgenommen. Sie sehen nun das vortreffliche, von Prof. SCHAPER geschaffene Bildnis an seiner neuen Stätte, Sie sehen es zugleich an einem Platz, welcher einigermassen an die umfassende wissenschaftliche Tätigkeit des Verewigten erinnert. A. BRAUN war einer derjenigen Botaniker, welche von Kindheit auf in der Beobachtung der sie umgebenden Pflanzenwelt aufgehen und mit derselben gewissermassen verwachsen. Den grössten Teil seines Lebens bis zur Berufung nach Berlin hat er in Süddeutschland in Gegenden zugebracht, in denen die Mannigfaltigkeit der Pflanzenwelt einer reichen Gliederung des Landes entspricht — als Schüler in Karlsruhe und Freiburg im Breisgau, als Student in Heidelberg, München und Tübingen, als Lehrer in Karlsruhe, als Professor in Freiburg und Giessen. Aber diese an und für sich günstigen Verhältnisse waren es nicht allein, welche den Grund zu seiner grossen wissenschaftlichen Bedeutung legten, sondern es war vielmehr sein reges Streben, alle ihm entgegentretenden Pflanzenformen gründlich zu untersuchen, ihre Entwicklung zu verfolgen und sie nicht bloss für sich, sondern immer im Vergleich mit den ihnen nahe stehenden Formen zu betrachten; von vornherein beschränkte er sich nicht, wie so viele, nur auf die einheimischen Blütenpflanzen, sondern er machte auch ganz besonders die niederen Pflanzen aller Klassen zum Gegenstand seiner eingehenden Untersuchungen, und nie konnte er es sich versagen, eine im botanischen Garten zum ersten Mal zur Blüte gekommene ausländische Pflanze zu untersuchen und ihren morphologischen Aufbau zu skizzieren. Mehr als andere seiner Zeitgenossen wäre er zur Abfassung eines zeitgemässen Handbuches der Botanik geeignet gewesen; aber seine fortdauernden Untersuchungen liessen ihn nicht zu solcher Arbeit kommen. Wohl aber hat er sich in mehreren hochbedeutsamen Schriften über die Darstellung von Einzeluntersuchungen erhoben. Auch mit Geologie, Paläontologie und Zoologie vertraut und philosophischen Betrachtungen zuneigend, hatte er von Zeit zu Zeit das Bedürfnis, einen Teil seiner Forschungen zusammenzufassen und von allgemeinen Gesichtspunkten aus zu behandeln. Schon als 26jähriger junger Mann veröffentlichte er eine grosse, auf die Blattstellungsverhältnisse eingehende Abhandlung „Über die Ordnung der Schuppen an den Tannenzapfen“, in der er zahlreiche Tatsachen behandelte, welche heutzutage zwar anders gedeutet werden, aber doch noch immer Beachtung verdienen. Ein glänzendes Zeugnis seines umfangreichen, auf Beobachtung gegründeten Wissens war die 1850 in Freiburg erschienene Abhandlung: „Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur, insbesondere in der Lebens- und Bildungsgeschichte der Pflanzen“, ein Werk, welches trotz aller Entdeckungen späterer Zeiten noch immer gelesen zu werden verdient, wie auch seine drei Jahre später erschienene Abhandlung: „Das Individuum der Pflanze in seinem Verhältnis zur Spezies“.

Was er zur Kenntnis der einzelligen Algen, der Characeen, der Marsiliaceen, der Selaginellaceen beigetragen hat, wird immer in den diesen Pflanzengruppen gewidmeten Schriften einen hervorragenden Platz einnehmen.

Wenn auch heute eine ausführliche Darstellung der Verdienste ALEXANDER BRAUN's nicht beabsichtigt ist, so ist es doch unmöglich, seine hervorragende Tätigkeit als Lehrer zu übergehen.

Anspruchslos, stets mild und freundlich gesinnt, von strengem Pflichtgefühl beseelt, glücklich in der Beschäftigung mit den Pflanzen, suchte er auch anderen diese Befriedigung, welche ein tieferes Eindringen in den Aufbau und in die Verwandtschaft der Pflanzen gewährt, zu verschaffen. Zu ALEXANDER BRAUN's Zeit war es um gar vieles, was heute im reichsten Masse den Studierenden und Lehrern zur Verfügung steht, noch sehr kümmerlich bestellt, und mit vieler Mühe musste sich der einzelne Material und Hilfsmittel zu Untersuchungen verschaffen, auch der Besuch des alten botanischen Gartens erforderte damals ebenso viel Aufwand an Zeit, wie heute der des Besuches von Dahlem. Da war es nun eine gar nicht hoch genug zu schätzende Eigenschaft ALEXANDER BRAUN's, dass er stets diejenigen, welche ernstliches Streben zeigten, in der freundlichsten Weise mit seinen Sammlungen, seinen Aufzeichnungen, seinem Rat unterstützte. Mehrere der hier anwesenden Botaniker, welche heute in der wissenschaftlichen Welt eine angesehene Stellung einnehmen, können nur mit tiefgefühlter Dankbarkeit BRAUN's Unterstützung bei ihren wissenschaftlichen Arbeiten rühmen; namentlich aber erkennen sie es als einen hohen Gewinn für ihr ganzes Leben, dass er es verstand, sie in der Weise anzuregen, dass sie in ihren Erstlingsarbeiten nur die Vorläufer für umfassendere Studien erblickten.

Im alten botanischen Garten stand dieses Denkmal unter Bäumen, deren Alter Jahrhunderte zählte. Gewaltige Stadtkomplexe, welche den alten Garten umschliessen, Rauch und ein Übermass von Gartenbesuchern, welche der Botanik gänzlich fern stehen, haben die Botanik aus dem alten Garten vertrieben. Sie hat mit diesem Denkmal eines ihrer bedeutendsten Vertreter hier eine neue Stätte gefunden. Möchte nach abermals 100 Jahren, in denen das Andenken an ALEXANDER BRAUN sicher nicht erlöschen wird, in welchen sich die jetzt noch schmächtigen Bäumchen des Gartens stattlicher entwickeln werden, dieser Garten nicht demselben Schicksal verfallen wie der in Berlin. Obwohl Institut des preussischen Staates, so ist doch dieser neue botanische Garten, entsprechend den Bedürfnissen des Deutschen Reiches und mit Hinblick auf den Weltverkehr desselben, jetzt der grösste des Kontinents. Hoffen wir, dass nach 100 Jahren das Deutsche Reich im Weltverkehr keine geringere Stellung einnehme als jetzt, und hoffen wir, dass es der Einsicht der Behörden gelingen wird, Dahlem-Steglitz als Gartenstadt zu erhalten und diesen Garten vor schädlichen Einflüssen zu schützen, wie sie sich in Berlin-Schöneberg geltend gemacht haben.

Mitteilungen.

27. W. Zopf: Zur Vielkernigkeit grosser Flechtensporen.

Eingegangen am 9. Mai 1905.

Bei meinen Untersuchungen über die Vielkernigkeit grosser Flechtensporen[1]) ist es mir entgangen, dass bereits HABERLANDT in seiner Schrift: „Über die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen“ (Jena, FISCHER), S. 82, die Vielkernigkeit der Sporen von *Pertusaria communis* nachwies und in Taf. I, Fig. 54 abbildete. Er hat auch schon auf die Beziehung zwischen der Vielkernigkeit und dem Auftreten zahlreicher Keimschläuche hingewiesen. Ich kann daher in diesen Dingen keine Priorität beanspruchen.

Münster i. W., Botanisches Institut der Universität.

28. E. Tscherniajew: Über den Einfluss der Temperatur auf die normale und die intramolekulare Atmung der verletzten Pflanzen.

Mit zwei Abbildungen.

Eingegangen am 19. Mai 1905.

Man beschäftigte sich seit langer Zeit mit der Frage über den Einfluss der Verletzung auf die Atmung der Pflanzen. BÖHM[1]), STICH[2]), RICHARDS[3]), DOROFÉJEW[4]) und SMIRNOFF[5]) fanden, dass die Verletzung die Energie der Atmung vergrössert. SMIRNOFF konstatierte ausserdem, dass die intramolekulare Atmung der verletzten Pflanzen nicht grösser ist als die der unverletzten. Es war auch nachgewiesen, dass die erhöhte Temperatur die Atmung der unverletzten Pflanzen stimuliert[6]), es blieb aber unbekannt, wie sie auf die Atmung der verletzten Pflanzen wirkt.

Auf Vorschlag und unter Leitung des Herrn Prof. W. PALLADIN habe ich einige Versuche angestellt, um die Atmung der verletzten Zwiebeln von *Allium Cepa* bei erhöhter Temperatur zu erforschen.

Für jeden Versuch nahm ich einige Zwiebeln von *Allium Cepa*, schnitt jede in acht Teile und brachte letztere in zwei Portionen. Eine Portion wurde während des Versuches bei einer erhöhten Temperatur gehalten, die andere diente zur Kontrolle. Jede Portion wog ungefähr 50 *g*. In den Versuchen mit erhöhter Temperatur legte ich die Zwiebelstücke in ein U-förmiges Röhrchen, das sich in einem Gefäss mit warmem Wasser befand. Die Temperatur des Wassers war regulierbar. Durch ein spiralförmiges Bleirohr, das in demselben Gefäss war, drang zur Zwiebel Luft ein, welche die Temperatur des Wassers annahm. Die Bestimmung der CO_2-Ausscheidung wurde mit Hilfe der PETTENKOFER'schen Röhren ausgeführt.

---

[1]) BÖHM, Bot. Zeitung 1887, S. 686.

[2]) STICH, Flora 1891, S. 15.

[3]) RICHARDS, Annals of Botany 1896, Bd. X, S. 531.

[4]) DOROFÉJEW, Ber. der Deutschen Botanischen Gesellschaft 1902, Bd. XX, S. 396.

[5]) SMIRNOFF, Revue générale de botanique 1903, Bd. XXV, S. 26.

[6]) BONNIER et MANGIN, Annales des sc. naturelles, VI. série, t. XVII, 1889, S. 266.

A. Normale Atmung.

Versuch 1.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 57,4 g				Erhöhte Temperatur Gewicht = 53,1 g			
	Temperatur °C.	Versuchsdauer Min.	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer Min.	Menge der CO_2	
			in mg	in 1 Stde. 100 g			in mg	in 1 Stde. 100 g
6. November . .	17,5	59	6,0	10,5	30,5	35	9,0	29,0
7. November . .	19	30	7,6	26,4	30	15	8,2	61.7
8. November . .	18,2	30	5,6	19,5	30	30	10,0	37,7

Die erhaltenen Resultate zeigen, dass die Temperatursteigerung die Atmungsenergie der verletzten Pflanzen stimuliert.

Versuch 2.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 64,3 g				Erhöhte Temperatur Gewicht = 47,0 g			
	Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2	
			in mg	in 1 Stde. 100 g			in mg	in 1 Stde. 100 g
14. Dezbr.	18,2	1 St. 57 Min.	8,0	6,3	35	52 Min.	9,6	23.3
15. Dezbr.	17	30 Min.	4,4	13,6	35	22 Min.	9,8	55.6
16. Dezbr.	18,1	28 Min.	5,8	19,1	35	25 Min.	9,2	46.9

Versuch 3.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 59,4 g				Erhöhte Temperatur Gewicht = 57,0 g			
	Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2	
			in mg	in 1 Stde. 100 g			in mg	in 1 Stde. 100 g
21. Dezbr.	17,9	1 St. 30 Min.	7,0	7,8	35	30 Min.	10,2	37,8
22. Dezbr.	16,6	1 St. 5 Min.	8,4	13,1	34,7	20 Min	10,8	56,8
23. Dezbr.	16,1	1 Stunde	10,2	17,2	35	20 Min	9,4	49,6
24. Dezbr.	16,6	1 Stunde	9,2	15,5	34,8	31 Min.	9,2	31,6

Versuch 4.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 55,2 g				Erhöhte Temperatur Gewicht = 52,2 g			
	Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2	
			in *mg*	in 1 Stde. 100 g			in *mg*	in 1 Stde. 100 g
30. Dezbr.	19,5	1 St. 50 Min.	7,2	7,4	41	30 Min.	7,7	29,5
31. Dezbr.	18	1 Stunde	10,1	18,3	40	20 Min.	13,2	76,4
1. Januar	18,8	1 Stunde	11,2	20,1	39,8	20 Min.	10,1	58,0
2. Januar	18,2	47 Minuten	7,7	17.9	40	30 Min.	10.6	40,6

Die erhaltenen Resultate sind in Fig. 1 dargestellt.

Es war unmöglich, die Versuche mit erhöhter Temperatur weiter zu führen, weil am vierten Tag Bakterien auf der Zwiebel erschienen.

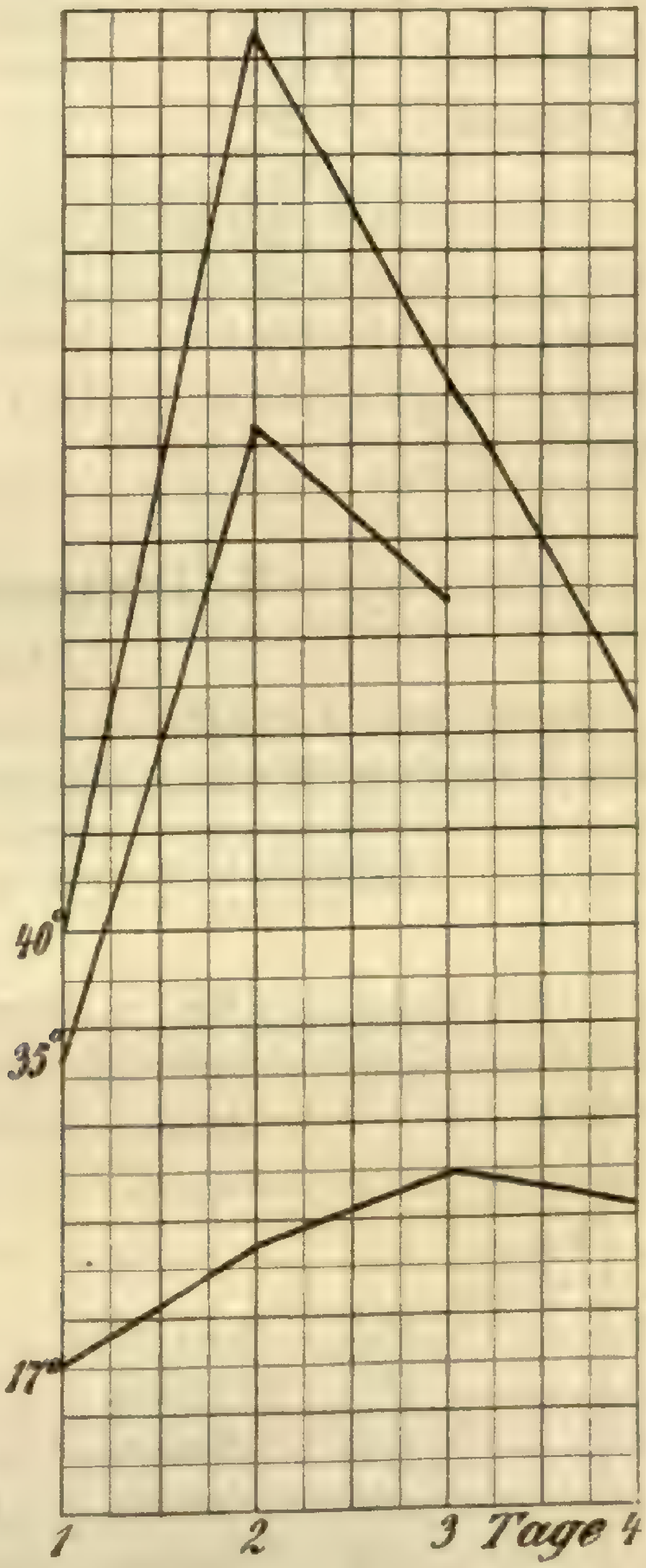


Fig. 1.

Versuch 5.

In diesem Versuche wurde die Zwiebel am dritten Tage nach der Verletzung verwendet. So hatte sie Zeit, die Verletzung etwas zu heilen, ehe sie der erhöhten Temperatur ausgesetzt wurde. Dadurch sollten die Bakterien am Eindringen in die Zwiebel gehindert werden.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 60 *g*				Erhöhte Temperatur Gewicht = 52,2 *g*			
	Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2	
			in *mg*	in 1 Stde. 100 *g*			in *mg*	in 1 Stde. 100 *g*
23. Januar	17,2	1 Stunde	12,2	18,4	45	20 Min.	9,6	55,2
24. Januar	16,8	1 Stunde	12,8	19,4	45	31 Min.	7,7	28,6
25. Januar	17,6	1 Stunde	13,4	20,3	—	—	—	—

Wie aus folgender Tabelle zu sehen ist, steigert sich das Verhältnis der CO_2-Ausscheidung bei gewöhnlicher Temperatur zur CO_2-Ausscheidung bei erhöhter Temperatur allmählich in jedem Versuch.

Tag der Verletzung	Erster Versuch $\frac{18^\circ}{30^\circ}$	Zweiter Versuch $\frac{18^\circ}{35^\circ}$	Dritter Versuch $\frac{17^\circ}{35^\circ}$	Vierter Versuch $\frac{18^\circ}{48^\circ}$	Fünfter Versuch $\frac{17^\circ}{45^\circ}$
Erster	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3
Zweiter	0,4	0,2	0,2	0,2	0,6
Dritter	0,5	0,4	0,3	0,3	—
Vierter	—	—	0,4	0,4	—

B. Intramolekulare Atmung.

Versuch 6.

In diesem Versuche befanden sich die Zwiebelstücke während sechs Tagen im Wasserstoffstrom.

Datum	Gewöhnliche Temperatur Gewicht = 73,7 *g*					Erhöhte Temperatur Gewicht = 65,5 *g*			
	Gas	Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2		Temperatur °C.	Versuchsdauer	Menge der CO_2	
				in *mg*	in 1 Stde. 100 *g*			in *mg*	in 1 Stde. 100 *g*
28. Januar	Wasserstoff	19	1 Stde. 7 Min.	4,8	5,7	30	1 St. 2 Min.	7,2	10,5
29. Januar	„	18,2	1 St. 57 Min.	4,8	3,3	30	2 St. 2 Min.	10,8	8,0
30. Januar	„	18	2 Stunden	5,0	3,3	30,5	2 Stunden	9,2	7,0
31. Januar	„	17,2	2 Stunden	4,2	2,8	30	2 Stunden	8,2	6,2
1. Febr.	„	18,4	2 Stunden	4,4	2,9	30	2 St. 2 Min.	8,2	6,1
2. Febr.	„	18,6	2 Stunden	3,8	2,5	30	2 Stunden	8,8	6,7
2. Febr.	Luft	19,6	1 St. 40 Min.	5,4	4,4	30,5	1 Stunde	7,6	11,6
3. Febr.	„	17,9	1 Stunde	6,2	8,4	—	—	—	—

Die erhaltenen Resultate sind abgebildet in Fig. 2.

Aus diesem Versuche ist zu ersehen, dass das Verhältnis der bei der gewöhnlichen und bei der erhöhten Temperatur gebildeten Kohlensäuremenge im ununterbrochenen Wasserstoffstrome immer abnimmt.

Tag der Verletzung	Versuch 6 $\frac{18^\circ}{30^\circ}$
Erster	0,54
Zweiter.	0,40
Dritter	0,47
Vierter	0,45
Fünfter.	0,47
Sechster	0,37

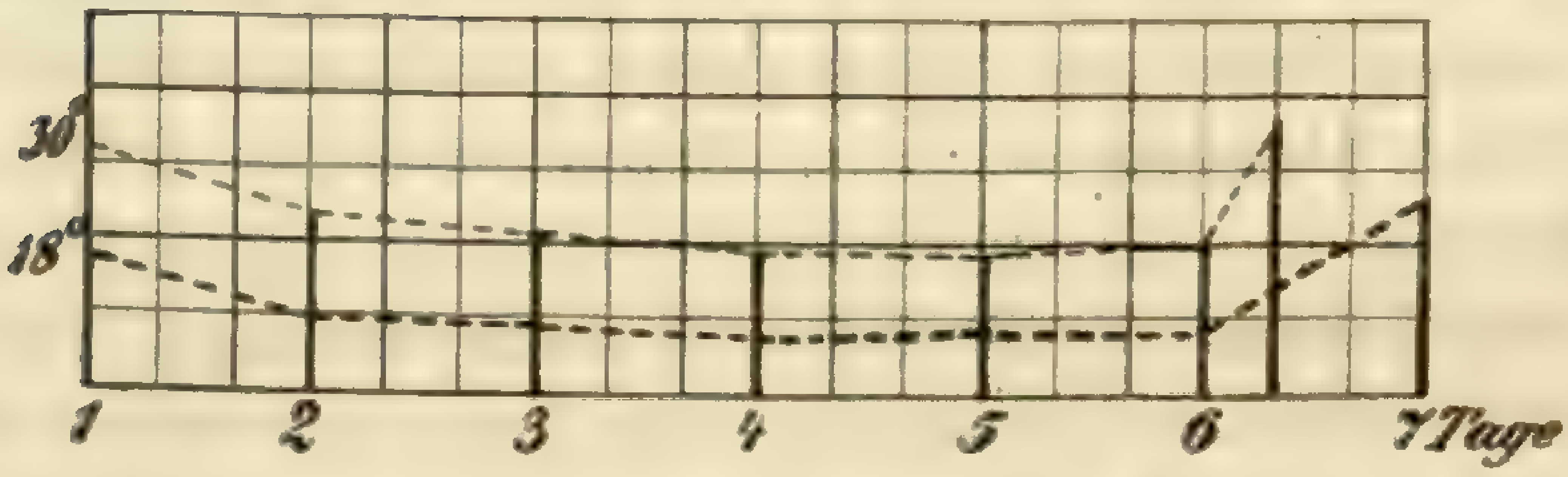


Fig. 2.

Auf Grund der beschriebenen Versuche kommt man zu folgenden Ergebnissen:

1. Die verletzten Zwiebeln von *Allium Cepa* bilden bei der erhöhten Temperatur bedeutend mehr Kohlensäure als bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur.

2. Das Atmungsmaximum tritt bei der erhöhten Temperatur früher auf als bei Zimmertemperatur.

3. In Übereinstimmung mit den Untersuchungen von SMIRNOFF vergrössert die Verletzung die Energie der intramolekularen Atmung weder bei gewöhnlicher, noch bei erhöhter Temperatur, wenn die Pflanze während der Versuchsdauer in sauerstofffreier Atmosphäre bleibt.

4. Die Verhältnisse der bei gewöhnlicher und der bei erhöhter Temperatur ausgeschiedenen Kohlensäuremengen steigen täglich bei der normalen Atmung und sinken bei der intramolekularen Atmung.

St. Petersburg, Botan. Laboratorium der Frauenhochschule.

29. N. Sludsky: Über die Entwicklungsgeschichte des Juniperus communis.

Vorläufige Mitteilung.

Mit Tafel VI.

Eingegangen am 20. Mai 1905.

Vor kurzem erschien im „Arkiv for Botanik utg. af K. Svenska Vetenskapsakademien“ die vorläufige Mitteilung von C. O. NOIÈN: „Über die Befruchtung bei *Juniperus communis*“. Da ich schon seit drei Jahren die Entwicklungsgeschichte derselben Pflanze untersuche, fühle ich mich veranlasst, in dieser kurzen Mitteilung die wichtigsten Resultate meiner Untersuchungen zu veröffentlichen. Eine genauere Beschreibung wird nach der Beendigung meiner Arbeit folgen.

Nach meinen Untersuchungen dauert die Entwicklung der ganzen geschlechtlichen Generation (vom Pollen bis zur Befruchtung und von der Makrospore bis zum Embryo) nur einen Sommer. Das Wachstum des Pollenschlauches dauert zwei (Sommer 1903) bis sechs (Sommer 1904) Wochen. Dasselbe ist auch bei *Pinus silvestris* der Fall. Demzufolge sind die Angaben von HOFMEISTER und CIENKOWSKI, die in fast alle Lehrbücher aufgenommen sind (dass nämlich der Pollenschlauch zwei Jahre zu seiner vollen Entwicklung braucht), als nicht zutreffend zu bezeichnen.

NOIÈN schliesst sich ebenfalls dieser Ansicht an, ohne sie erst durch eine eigene Untersuchung geprüft zu haben.

Die Angaben von Frl. SOKOLOWA über das Wachstum der Makrosporen erwiesen sich als ganz exakt. In dieser kurzen Mitteilung kann ich nur sehr wenig auf diese Frage eingehen.

Zwei meiner Präparate bewiesen die Möglichkeit einer gleichzeitigen Entwicklung von zwei Makrosporen, so dass zwei Endosperme sich bilden, wie es HOFMEISTER (S. 127) und FARMER für *Pinus* und ARNOLDI für *Sequoia* angeben.

Die heutzutage weit vorgeschrittene mikroskopische Technik ermöglichte es mir, das Studium des protoplasmatischen Wandbeleges zu untersuchen, welcher von Frl. SOKOLOWA seinerzeit bloss unvollständig untersucht worden ist. Ich beobachtete nämlich, dass bei einer guten Fixierung (mit Chromgemischen) die Bildung des Maschenwerkes zwischen den Kernen ausbleibt. Die Teilung der Kerne erfolgt reihenweise. Die Anzahl der Kerne in den letzten Stadien des Wandbeleges ist über 1000 (Fig. 1). Nach der Erscheinung der Zellwände hört die Regelmässigkeit der Kernteilung auf.

Die Untersuchung der Entwicklung des Pollenschlauches habe ich noch nicht bis zu Ende geführt. Ich habe jedoch einige Tatsachen beobachtet, die mich hoffen lassen, dieses Wachstum bis zu Ende in der Kultur zu führen. Von den Einzelheiten ist die späte Teilung der generativen Zelle und eine völlige Abwesenheit von Strahlungszentren in dieser Teilung zu erwähnen (Fig. 2).

Bei der Entwicklung des Archegoniums wurde die grösste Aufmerksamkeit auf die Bauchkanalzelle, die Strahlungszentren und die Deckschicht des Komplexes gerichtet. Die Teilung des Archegoniumkernes und die Anwesenheit eines Bauchkanalkernes wurden durch mehrere Präparate bestätigt und alle Stadien des Verschwindens desselben verfolgt. Da es an dieser Stelle nicht möglich ist, den vielen dazu gehörigen Abbildungen Platz zu geben, veröffentliche ich nur eine davon, die charakteristisch für das Verschwinden des Bauchkanalkernes ist (Fig. 3). Demnach bestätigen meine Beobachtungen diejenigen von STRASBURGER und stimmen mit denen NOIÈN's überein.

Die Strahlungszentren habe ich vom Moment ihrer Erscheinung bis zu ihrem Verschwinden untersucht. In Anbetracht des grossen Interesses, welches sie darbieten, will ich sie hier etwas näher beschreiben.

Die Strahlungszentren erscheinen wenn die Hauptvakuole des Archegoniums abzunehmen beginnt. Die Stelle ihrer Erscheinung ist immer recht genau bestimmt und zwar in den Brennpunkten des Ellipsoids des Archegoniums (NOIÈN, Fig. 1). Erscheint im Wandbelege der Vakuole eine Verdickung, so erscheint in ihrer Mitte auch ein Strahlungszentrum. Ist die Vakuole mit einem Plasmabande in zwei Teile geteilt, so ist in der Mitte dieses Bandes auch ein Zentrum zu sehen (Fig. 4). Die Struktur des Zentrums ist die folgende: ein glatter Ring oder ein Häufchen Körner, das von einer Zone umstrahlt ist. Sein Verhältnis zum ruhenden Kern ist von COOKER und NOIÈN richtig angegeben.

Bei der Kernteilung bestimmt das obere Zentrum ohne Zweifel die Richtung der Längsachse (Fig. 5). Selten findet die Kernteilung früher statt als die Verkleinerung der Vakuole. In diesem Falle sind die Strahlungszentren nicht zu sehen.

Wenn wir beachten, dass die Strahlungszentren während der Verkleinerung der Vakuole und des Anschwellens der Zellen des oberen Teiles des Endosperms sichtbar werden, so kommen wir zu dem Schluss, dass die Entstehung der Zentren durch die Druckverminderung im Innern des Archegoniums bewirkt sein kann. Als Beleg für die Annahme einer Druckverminderung im Archegonium kann auch die Faltenbildung an seinem oberen Ende zur Zeit der Befruchtung dienen.

Das Verschwinden der Strahlungszentren geschieht in folgender

Weise: entweder verschwinden die Strahlungszonen allmählich und die Zentralkörper bleiben noch einige Zeit lang, oder die Zonen werden dünner, wachsen und bilden gleichsam eine grosse Vakuole. Der letztere Fall ist viel seltener und meiner Ansicht nach anormal. Die Strahlungszentren verschwinden während der Kernteilung oder etwas später, jedoch vor der Befruchtung. Diese Zeit trifft auch mit dem Ende der Verkleinerung der Vakuole zusammen.

Alles was ich über die Strahlungszentren mitgeteilt habe, ist auf die Bilder in vielen Dauerpräparaten begründet.

Die Deckschicht ist bei *Juniperus communis* schwach ausgesprochen. Sehr selten besteht sie aus einer Schicht grosser, dichter Zellen. In den meisten Fällen gehen die grossen Zellen mit dichtem Plasma, die die Archegonien umgeben, allmählich in kleine Endospermzellen über. Weder HOFMEISTER's Körperchen, noch die Wandung der Kerne habe ich beobachtet.

In einer Samenknospe entwickeln sich mehrere Pollenschläuche (bis zu 10?), die manchmal den Trichter in grosser Zahl ausfüllen. Öfter aber füllt der erste Pollenschlauch den ganzen Trichter aus. In diesem Falle dringen die folgenden der Reihe nach erst nach Entleerung des vorhergehenden in den Trichter ein.

Es gibt niemals mehr als zwei Befruchtungszellen in jedem Pollenschlauche. Ich nehme an, dass die Angaben JUEL's über die mehrzelligen Komplexe bei *Cupressus* auf ein krankes Material zurückzuführen sind.

Die Ursachen des Pollenschlauchbruches sind: der starke osmotische Druck desselben und der Druck der schleimigen Wände des Trichters (GOROSCHANKIN, S. 159). Mehr als zwei Befruchtungszellen dringen nie in ein Archegonium ein, aber dann auch bewirkt nur ein Kern die Befruchtung, der andere bleibt im oberen Teile des Archegoniums liegen. Der Inhalt des Pollenschlauches kann nicht in ein schon befruchtetes Archegonium gelangen, da nach der Befruchtung der Druck des Archegoniums sich mit dem des Trichters ausgleicht. Während der Befruchtung wird die ganze Befruchtungszelle in das Archegonium hineingepresst. Ihre Wand kann sehr verschleimt sein, in diesem Falle erhält man ein Bild wie NOJÉN's Fig. 4 zeigt, oder sie kann fast nicht verändert sein, wie es meine Fig. 6 angibt. In diesem letzten Falle zerplatzt die Zellwand von der vorderen Seite, der Kern tritt heraus und verschmilzt mit dem Kerne des Archegoniums. Die zerrissene Zelle bedeckt beim Niedersinken gleich einer Haube das Produkt der Verschmelzung.

Die mechanischen Prozesse beim Beginn der Befruchtung, die oben erwähnt sind, scheinen mir klar zu sein. Im oberen Teile des Archegoniums kann man während der Befruchtung vegetative Kerne des Pollenschlauches, Halszellen, die Zellen des Trichters usw. vorfinden. Daraus kann man schliessen, dass der Pollenschlauch noch im Trichter zerplatzt, dass ferner der gemeinsame Druck den Hals zersprengt und den Inhalt in das Archegonium ergiesst. Nach vollendeter Befruchtung findet man im oberen Ende des Archegoniums immer eine grosse Vakuole. Sie entsteht jedoch nicht aus dem Plasma der Befruchtungszelle, wie NOIÈN es behauptet, sondern aus dem Inhalt des Pollenschlauches und des Trichters. Dieser Inhalt ergiesst sich in beträchtlicher Menge während der Befruchtung in das Archegonium.

Das Verschmelzen der Kerne habe ich auch vollständig verfolgt, da jedoch meine Untersuchungen wenig neues den Ergebnissen NOIÈN's hinzufügen, gebe ich hier keine Abbildungen.

Der Anfang der Entwicklung des Embryos ist von STRASBURGER, SKROBISCHEWSKY und NOIÈN auch eingehend genug beschrieben. Das wichtigste, die freie Kernteilung im Anfange, kann ich auch bestätigen.

Moskau, Botanisches Kabinet der Universität.

Literatur.

АРНОЛЬДИ. Очеркъ явлекій исторіи индивидуальнаю развитія нѣкоторыхъ представителей группы Sequoiaceae. Москва 1900.

ARNOLDI, Beiträge zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte einiger Gymnospermen. Moskau 1900.

BELAJEFF, Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1891 und 1893.

COOKER, On the gametophytes and embryo of *Taxodium*. Bot. Gaz. 1903.

ГОРОЖАНКИНЪ. О корпуснулахъ и пеловоиъ процессѣ у голоссѣ, мянныхъ растекіи. Москва 1880.

FARMER, Occurrence of two prothallia in an ovule of *Pinus sylvestris*. Annals of Bot. 1892.

JUEL, Über den Pollenschlauch von *Cupressus*. Flora 1904.

JURANYI, Beiträge zur Kenntnis der Pollenentwicklung der Cycadeen und Coniferen.

CIENKOWSKY, Zur Befruchtung des *Juniperus communis*. Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou 1853.

GÉLEZNOFF, Sur l'embryogénie du Melèze.

LAWSON, The Gametophytes, Archegonia, Fertilisation and Embryo of *Sequoia sempervirens*. Ann. of Bot. 1904.

MURILL, The development of the Archegonia and fertilisation in the hemlockspruce *Tsuga Canadensis*. Ann. of Bot. 1900.

SHAW, W., Contribution to the life history of *Sequoia*. Bot. Gaz. 1896.

СКРОБЫШЕВСКІИ, Къ исторіи рязбутія въ семействѣ кипарисовыхъ.

SOKOLOW, Sur la naissance de l'endosperme dans le sac embryonnaire de quelques gymnospermes. Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou 1890.

STRASBURGER, Die Befruchtung bei den Coniferen. Jena 1869.

— Die Coniferen und Gnetaceen. Jena 1872.

— Zellbildung und Zellteilung.

— Die Angiospermen und die Gymnospermen. Jena 1879.

STRASBURGER, Neue Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang bei den Gymnospermen, als Grundlage für eine Theorie der Zeugung. Jena 1884.
— Über das Verhalten des Pollens und die Befruchtungsvorgänge bei den Gymnospermen. Hist. Beiträge, Jena 1892.
TSCHISTIAKOFF, Observations sur le développement et la germination du pollen des Conifères. Act. du Congr. Bot. intern. de Florence 1875.
HOFMEISTER, Vergleichende Untersuchungen, 1851.
NORÉN, Über die Befruchtung bei *Juniperus communis*. Stockholm 1904.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Ein Stück der Embryosackanlage mit mehr als 500 Kernteilungen. LEITZ Oc. 2, Obj. 3. Photographie.
„ 2. Der Inhalt des Pollenschlauches zur Zeit der Befruchtung. Teilung der vegetativen Zelle. REICH. Obj. $^1/_{12}$ Imm., Oc. 3: Präp. 152.
„ 3. Das Verschwinden des Bauchkanalkernes. REICH. Oc. 3, Obj. 8, Präp. 36.
„ 4. Ein Strahlungszentrum im Plasmabande in der Mitte eines Archegoniums. REICH. Oc. 3, Obj. 6, Präp. 32.
„ 5. Die Richtung der Kernteilung. ZEISS Ap. 2 *mm*, Komp.-Oc. 4, Präp. 34.
„ 6. Die Befruchtungszelle im Archegonium. REICH. Oc. 3, Obj. 6, Präp. 29.

---

30. C. Wehmer: Über das Verhalten der Mucor-Arten gegen verdünnten Alkohol.

Eingegangen am 20. Mai 1905.

Bei Beginn meiner Untersuchungen über die Mucorineengärung ging ich zunächst von der Ansicht aus, dass *Mucor*-Arten, gleichwie manche Aspergillen und Penicillien, den selbstgebildeten oder ihnen von aussen gebotenen Alkohol unschwer zersetzen können. Die ersten bezüglichen Versuche schienen auch in diesem Sinne deutbar, mittlerweile haben aber weitere Experimente das Gegenteil wahrscheinlich gemacht und es nahegelegt, dass eine faktisch konstatierte Alkoholabnahme selbst in Kolben mit Watteverschluss wohl mehr auf Kosten der Verdunstung zu setzen ist. In der ausführlichen Abhandlung[1]) habe ich diesen Punkt auch näher diskutiert, in der bereits vor längerer Zeit niedergeschriebenen vorläufigen Mitteilung[2]) ist aber versehentlich meine ursprüngliche Ansicht stehen geblieben, die ich also hiermit berichtige.

Es seien kurz die Tatsachen selbst angeführt:

---

[1]) Centralbl. für Bakteriologie II. Abt. 1905 Juniheft.

[2]) Diese Berichte 1905 Heft 3 S. 122.

1. *Mucor racemosus.* Der Alkoholgehalt der Kulturflüssigkeit (ca. 2,8 pCt.) nahm in sieben Wochen um rund 1,12 pCt. ab; in einem zweiten Falle (ca. 4,8 pCt.) binnen 12 Wochen um ca. 1,58 pCt.
2. *Mucor javanicus* Abnahme des Alkoholgehalts (2,8 pCt. rund) in sieben Wochen ca. 1,26 pCt.[1]).

Inzwischen habe ich dann eine Reihe von Gärversuchen mit *Mucor javanicus* in Doppelschalen (je 100 *ccm* Würze) abgeschlossen, welche zu verschiedenen Zeitpunkten folgenden Alkoholgehalt ergaben:

Schale 1.	Nach 7	Tagen	4,65	Vol.-pCt. Alkohol
„ 2.	„ 14	„	3,64	„ „
„ 3.	„ 24	„	3,78	„ „
„ 4.	„ 51	„	1,74	„ „

Es vermindert sich der Alkoholgehalt in den ersten 24 Tagen also um ca. 1 pCt., in den zweiten 24 Tagen jedoch um weitere 2 pCt. Bevor man diese Zahlen deutet, bleibt der Einfluss der unter solchen Verhältnissen natürlich besonders ins Gewicht fallenden Verdunstung zu ermitteln. Das geschah mit je 100 *ccm* eines verdünnten Alkohols unter übrigens ganz den gleichen Bedingungen (dieselben Doppelschalen bei gleicher Temperatur). Hier ergab sich, dass der Alkoholgehalt selbst geringprozentiger Lösungen rapide abnimmt; schon nach drei Wochen ist er auf die Hälfte gesunken, wöchentlich vermindert er sich um rund 1 pCt.

Nach Ausfall dieser Kontrollversuche ist in den genannten vier Doppelschalen ein erheblicher Verdunstungsverlust anzunehmen; offenbar genügt derselbe völlig zur Erklärung der allmählichen Alkoholabnahme, die also nicht auf Kosten einer Wiederzersetzung durch den Pilz selbst, für die hier die Verhältnisse besonders günstig liegen würden, zu setzen ist. Falls der Pilz trotzdem imstande ist Alkohol zu zersetzen, so könnte immerhin dies Vermögen nur ungemein schwach sein, denn die so erzielten voluminösen Mycelien stellten nicht weniger als 0,7—0,8 *g* Trockensubstanz dar.

Wenn nun auch in Kolben unter Watteverschluss die Verdunstung weit geringer ist (die Flüssigkeit verringerte sich aber auch da um 5—15 *cm* in 7—12 Wochen), so halte ich es nach diesen Versuchen doch im ganzen für wahrscheinlicher, dass auch da ein schliessliches Defizit von nur etwas über 1 pCt. Alkohol allein auf ihre Rechnung, also nicht auf Konto der Pilzwirkung, zu setzen ist. Das wäre durch weitere Kontrollversuche sicher zu stellen.

Bezüglich der Einzelheiten sei auf die ausführliche Mitteilung verwiesen.

---

[1]) Die genaueren Zahlen in der ausführlichen Mitteilung.

31. O. Appel und R. Laubert: Die Konidienform des Kartoffelpilzes Phellomyces sclerotiophorus Frank.

Vorläufige Mitteilung[1]).

Eingegangen am 26. Mai 1905.

Durch FRANK[2]) ist unter dem Namen *„Phellomyces sclerotiophorus“* ein Pilz in die Wissenschaft eingeführt worden, den man bei der Untersuchung von Kartoffeln ziemlich häufig zu Gesichte bekommen kann. Der Pilz verdient in phytopathologischer Hinsicht einige Beachtung, weil er von FRANK einmal als der Erreger einer besonderen „Fleckenkrankheit der Kartoffelschale“ (vergl. Kampfbuch gegen die Schädlinge unserer Feldfrüchte, 1897, S. 182—185), ferner aber auch als die Ursache der „Phellomycesfäule“ der Kartoffelknolle (ebenda, S. 197—198) hingestellt worden ist.

Die Erscheinungen der Fleckenkrankheit der Kartoffelschale sind von FRANK hinreichend ausführlich und zutreffend beschrieben worden, so dass in dieser Hinsicht kaum noch etwas hinzuzufügen ist und daher auf die diesbezüglichen Ausführungen FRANK's verwiesen werden kann. Nach FRANK ist der Pilz aber „nicht immer ein unschuldiger, gutartiger Bewohner der Kartoffelschale“, sondern er soll auch „unter Zerstörung der Schale ins stärkehaltige Kartoffelfleisch hineinzuwuchern und dieses in Zersetzung überzuführen“ vermögen. Wie weit diese Ansicht FRANK's richtig ist, soll hier nicht erörtert werden. Es mag nur erwähnt sein, dass wir uns auf Grund unserer bisherigen Beobachtungen und Versuchsergebnisse jedenfalls nicht der Anschauung anzuschliessen vermögen, dass der *Phellomyces* in die Kategorie der praktisch besonders wichtigen und bösartigen Schädiger der Kartoffel zu stellen sei.

Der *Phellomyces* war FRANK indessen nur teilweise, nur in seiner sterilen Form bekannt. („Eine typische Fruktifikation habe ich bisher an diesem Pilze weder in seinem Vorkommen auf den Kartoffeln, noch bei Zuchtversuch in Pilzkulturen erhalten können.“ Kampfbuch, S. 198.) Ebenso wenig ist es später anderen Forschern[3]) gelungen,

---

1) Eine ausführlichere Darstellung wird in einem der nächsten Hefte der Arbeiten aus der Kaiserl. Biologischen Anstalt (Berlin, P. PAREY) erscheinen.

2) Vergl. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XVI, S. 273ff., wo sich die weitere Literatur zusammengestellt findet.

3) So z. B. T. JOHNSON, Phellomyces Sclerotiophorus, FRANK: A Cause of Potato Scab and Dry Rot. The Economic Proceedings of the Royal Dublin Society. Volume I., Part V., No. 6. April, 1903. p. 164: „but, up to the present time, neither in nature nor by culture, has any typical fungal fructification been observed.“

die Fruktifikationsorgane des *Phellomyces* zu finden und damit seine systematische Zugehörigkeit festzulegen.

Die *Phellomyces*-Fleckenkrankheit ist bekanntlich dadurch charakterisiert, dass sich auf der Schale unregelmässige, meist ziemlich grosse Flecke zeigen, die dicht mit äusserst kleinen, schwarzen Pünktchen übersät sind. Das Mycel des Pilzes bleibt gewöhnlich auf die aller äussersten Zelllagen der Kartoffelschale beschränkt und erzeugt hier hie und da stromaartige, paraplectenchymatische Gebilde, die in der Regel je eine Zelle der Schale völlig oder doch zum grössten Teil ausfüllen. Mit unbewaffnetem Auge oder mit der Lupe betrachtet geben sich diese Stromata, die **FRANK** als kleine Sklerotien anspricht, als schwarze Pünktchen zu erkennen.

Nach vielen vergeblichen Bemühungen glückte es nun schliesslich, diese Stromata zur Weiterentwicklung und den Pilz zur Fruktifikation zu bringen. Unter geeigneten Bedingungen sprossten aus den Stromaten zunächst (November 1903) aufrechte, spiessförmige, schwarzbraune, sterile Borsten von etwa 120 μ Länge hervor, deren Bedeutung vorläufig unaufgeklärt blieb. Erst bei später wiederholten Kulturversuchen und mikroskopischen Untersuchungen wurde erkannt (Januar 1905), dass die schwarzbraunen Borsten sich zu fast $^1/_2$ *mm* Länge erreichenden Konidienträgern entwickeln, die in mehreren Wirteln übereinander stehende Sporen produzieren. Die Sporen sind umgekehrt keulenförmig, schwärzlichgrau, fünf- bis neun-, meist sieben- bis achtzellig, 36—61,5 μ lang und 7,8—11,7 μ breit, im Mittel 46 μ lang und 10 μ breit, an der Basis mit einer dunkler gefärbten Membranverdickung (Ansatzstelle) versehen.

Bei einer Bestimmung des Pilzes stellte es sich heraus, dass derselbe in die vier Spezies zählende Dematiaceengattung *Spondylocladium* Mart. gehört und mit *Spondylocladium atrovirens* Harz identisch ist. **HARZ** hat diesen Pilz in Wien auf der Aussenseite roher Kartoffeln gefunden und im Jahre 1871 unter „Einige neue Hyphomyceten“ (S. 129—130) beschrieben. Literaturangaben darüber, dass später auch andere Mykologen das *Spondylocladium atrovirens* gefunden und erkannt haben, sind uns nicht bekannt.

Nach der Beschreibung stimmt das genannte *Spondylocladium* mit den aus dem *Phellomyces* entwickelten Konidienträgern im wesentlichen, wie gesagt, durchaus überein. Der Autor des *Spondylocladium atrovirens* scheint jedoch übersehen zu haben, dass die Sporenträger keineswegs immer direkt aus einer einzelnen Hyphe des Pilzes hervorwachsen, sondern dass sie in der Regel zu mehreren vereinigt aus kleinen stromaartigen (nach **FRANK** „sklerotialen“) dichten Hyphengeflechten entspringen.

Aus den in gekürzter Form hier vorläufig mitgeteilten Untersuchungen geht hervor, dass der Pilz, der von **FRANK** als *Phellomyces* *sclerotiophorus* beschrieben und als Krankheitserreger in die phytopathologische Literatur eingeführt worden ist, nur ein noch steriler Entwicklungszustand des *Spondylocladium atrovirens* Harz ist und dass infolgedessen der „interimistische Name *Phellomyces sclerotiophorus* Frank“ zu streichen und durch „*Spondylocladium atrovirens* Harz“ zu ersetzen ist. Andererseits sind der Diagnose von HARZ die Merkmale des ehemaligen *Phellomyces*, vor allem das der stromaartigen Mycelhäufungen hinzuzufügen.

---

32. H. Conwentz: Die Fichte im norddeutschen Flachland.

Mit drei Textfiguren.

Eingegangen am 26. Mai 1905.

Die Fichte oder Rottanne, *Picea excelsa*, gilt im allgemeinen als ein Baum des Berglandes, welcher nur wenig in die Ebene eindringt. Sie kommt im schlesischen Flachland, im südlichen Teil der Provinzen Posen, Brandenburg, Sachsen usw. vor und tritt dann auch in Westpreussen im Kreise Rosenberg und am Frischen Haff östlich von Elbing auf, von wo sie durch Ostpreussen weiter nach Russland sich ausbreitet. Im übrigen war sie wohl da oder dort wahrgenommen worden, aber es erging ihr wie manchen anderen, in der Ebene seltenen Baumarten, z. B. Eibe, Elsbeere, Bergahorn usw., die man früher hier überhaupt nicht für ursprünglich hielt. Soweit bekannt, ist in begründeter Form die Spontaneïtät der Fichte in dem ausgedehnten Flachland von der Weichsel durch Norddeutschland, Holland und Belgien bis zum Pas de Calais bisher kaum ausgesprochen oder veröffentlicht worden. Deshalb mögen die folgenden Studien, deren Vorarbeiten teilweise lange zurückreichen, vielleicht auch in weiteren Kreisen von Interesse sein.

Provinz Hannover. — Regierungsbezirk Lüneburg.

Lüneburger Heide.

Früher nahm man gewöhnlich an, dass die Fichte hier nicht wild ist. G. F. W. MEYER sagt in der Flora Hannoverana excursoria, Göttingen 1849, S. 521: „im flachen Lande nur durch künstliche Aussaat verbreitet“. W. O. FOCKE erwähnt in seinen Untersuchungen über die Vegetation des nordwestdeutschen Tieflandes, in den Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen, II. Band, Bremen 1871, S. 426: „Die Rottanne ist in den Küstengegenden kein einheimischer Waldbaum und tritt an der Weser erst südlich von Nienburg als solcher auf. Zwischen Weser und Elbe soll sie weiter nördlich vordringen.“ Hierzu führt BORGGREVE in seinem Aufsatz über die Heide, ebenda, III. Band, Bremen 1873, S. 247, aus: „Die Annahme W. O. FOCKE's, dass die Fichte südlich von Nienburg a. d. Weser als einheimischer Waldbaum auftrete, beruht wohl auf einer ungenauen Mitteilung. Sie ist dort, wie im ganzen nördlich und westlich vom Harz gelegenen Teil von Deutschland nur kultiviert, wenn auch teilweise schon recht lange.“ Darauf erwidert FOCKE, ebenda, III. Band, Bremen 1873, S. 266, dass er BORGGREVE's Angabe über die ursprüngliche Heimat der Fichte gern als richtig anerkenne, da ihm in diesem Punkte keine genügende Erfahrung zur Seite stehe. Indessen bemerkt er, dass die Fichte oberhalb Nienburg sich leicht aussät und freiwillig vermehrt, während sie es weiter nordwärts nicht mehr tut; dies Verhalten erinnere an das Verschwinden von Kiefer und Wacholder in der Nähe der Küste.

Im Jahre 1895 untersuchte ich einen kleinen Teil des Steller Moores bei Hannover, worüber in diesen Berichten eine ausführliche Mitteilung erfolgt ist[1]). Unter Schilf- und Sphagnumtorf, etwa 1,3 *m* tief, fand sich eine Schicht liegender Stämme von Fichte, Eibe, Eiche, Birke und Erle; die Kiefer konnte dort gerade nicht nachgewiesen werden, jedoch mag sie in der Nähe auch vorgekommen sein. Zwischen den neben- und übereinander liegenden Hölzern standen viele Stubben noch im Boden und ragten teilweise etwas aus dem Moor hervor; ansehnliche Fichtenstubben fanden sich bisweilen auch noch in höheren Schichten, wenig unter Tage. Hiernach schien es wohl möglich, dass die Baumart in jenem Gebiet hier oder da bis heute lebend sich erhalten habe, wie es bei der Eibe der Fall ist. Einige junge Fichten standen auch an der Oberfläche, aber diese allein konnten nicht beweiskräftig sein.

Weiter besuchte ich damals den Schutzbezirk Krelingen der Oberförsterei Walsrode, hauptsächlich um den dortigen Eibenstandort, den einzigen im nordwestdeutschen Flachland, kennen zu lernen. Dort bestand ein von Kiefer, Fichte und anderen Holzarten gebildeter Mischwald, welcher anscheinend aus natürlicher Verjüngung hervorgegangen war; aber daneben kamen auch fremde Hölzer angepflanzt vor. Jenes Vorkommen deutete wohl darauf hin, dass die Fichte urwüchsig sein könne; jedoch erschien es mir notwendig, die Frage erst weiter im Gelände zu verfolgen, um dann eine bestimmte Ansicht darüber äussern zu können.

---

[1]) CONWENTZ, H, Über einen untergegangenen Eibenhorst im Steller Moor bei Hannover. Ber. der Deutschen Botan. Gesellsch., XIII. Bd, Berlin 1895, S. 401 ff.

Im folgenden Jahr erwähnte WEBER[1]), dass er in dem Krelinger Bruch einen alten Kiefern- und Fichtenbestand kennen lernte, „bei dem mehrere Umstände dafür sprechen, dass man es hier mit einem Walde zu tun hat, an dem die pflegende Menschenhand erst seit allerjüngster Zeit beschäftigt ist, also wahrscheinlich mit einem alten Restwalde. Darauf weist ganz besonders u. a. der Umstand, dass hier noch eine kleine Gruppe lebender Eiben vorhanden ist, deren grösster Stamm wahrscheinlich älter ist, als der jetzige Nadelholzbestand“. Um sich darüber zu unterrichten, ob nicht noch mehr solcher Bestände im nordwestdeutschen Tiefland vorkommen, wandte sich WEBER an sämtliche königliche Oberförstereien des Gebiets und erfuhr, dass über hundert Jahre alte, von Kiefern und Fichten gebildete Bestände, die „sicher oder sehr wahrscheinlich“ durch natürliche Verjüngung entstanden sind, in Hannover, Fuhrberg, Walsrode, Helmerkamp, Sprakensehl und Langeloh vorkommen. — An sich darf nicht bezweifelt werden, dass die Fichte in diesen Revieren urwüchsig sein mag, aber der Beweis dafür kann nicht durch die auf Umfrage eingegangenen Mitteilungen allein erbracht werden. Einmal stimmen die Ansichten der Forstmänner über solche Dinge nicht immer mit denen der Botaniker überein. Sodann werden die Revierverwalter immer mehr mit Fragebogen, Formularen und anderen schriftlichen Arbeiten in Anspruch genommen, so dass sie sich deren Erledigung nicht immer mit der wünschenswerten Musse widmen können. Daher kommt es, dass bisweilen Irrtümer unterlaufen, wie mir aus bestimmten Fällen solche wohl bekannt sind. Auch in dem obigen Fall ist bemerkenswert, dass in WEBER's Aufzählung die unten aufgeführten Forstreviere (Miele, Lüss) fehlen, obschon er sich „an sämtliche königliche Oberförstereien dieses Gebietes“ mit einer Anfrage gewandt hatte, die ihm auch bereitwilligst beantwortet wurde.

ASCHERSON und GRAEBNER haben jene Angaben in die Synopsis der Mitteleuropäischen Flora, I. Bd., Leipzig 1896—98, S. 197, übernommen, indem sie bei der Fichte erwähnen: „selten im nordwestlichen Flachlande (Hannover, Walsrode, Celle, Tostedt)“. Hierbei ist erläuternd zu bemerken, dass Celle die Oberförsterei ist, zu welcher der Schutzbezirk Helmerkamp gehört, und dass Tostedt der Postort für die Oberförsterei Langeloh ist. In der von denselben Verfassern bearbeiteten Flora des Nordostdeutschen Flachlandes, Berlin 1898/99, S. 37, findet sich bei der Fichte das Zeichen*, welches bedeutet, dass die Pflanze auch in Nordwestdeutschland einheimisch ist. Nach einer brieflichen Mitteilung des Herrn Geheimrat ASCHERSON dürfte jedoch das Zeichen aus der ersten Auflage seiner Flora der Provinz Brandenburg, worin das westliche Gebiet auch den Harz einschliesst, versehentlich übernommen sein.

---

[1]) WEBER, C. A., Über die fossile Flora von Honerdingen und das nordwestdeutsche Diluvium. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen. Bd. XIII, Bremen 1896, S. 460.

Sonst haben jene Angaben in Florenwerken kaum Beachtung gefunden. W. BRANDES sagt in der 1897 erschienenen Flora der Provinz Hannover, S. 493, von der Fichte: „als Waldbaum in Wäldern der höheren und niederen Gebirge, seltener in der Ebene angepflanzt“. Demnach hält er den Baum in der Ebene nicht für spontan. In den später von demselben Verfasser herausgegebenen beiden Nachträgen wird die Fichte gar nicht erwähnt.

Für die Provinz Hannover ist nach dem Vorgang Westpreussens auch ein Forstbotanisches Merkbuch in Vorbereitung, und der rührige Lehrerverein für Naturkunde daselbst hat, unter sachkundiger Mitwirkung von Botanikern, hierzu Fragebogen versandt. Nachdem dieselben teilweise mit ausführlichen Antworten zurückgelangt sind, wurden bemerkenswerte Mitteilungen daraus von Herrn Lehrer WEHRHAHN im vorigen Jahr veröffentlicht[1]). Hierunter finden sich auch Notizen über einzelne durch Grössenverhältnisse und Wuchsformen ausgezeichnete Fichten; beiläufig bemerkt, beruht die Angabe, dass einer der Stämme 2 *m* Durchmesser aufweist, zweifellos auf einem Schreib- oder Druckfehler. Die Frage der Urwüchsigkeit der Fichte wird von dem Verfasser nicht berührt, überhaupt weist er in richtiger Erkenntnis auf die Notwendigkeit einer Bereisung des Geländes hin, um die von ihm bezw. von den Berichterstattern gemachten Angaben an Ort und Stelle zu prüfen.

Seit jenen Beobachtungen im Steller Moor und im Krelinger Bruch habe ich die Frage des ursprünglichen Vorkommens der Fichte im Flachland nicht aus dem Auge verloren; vielmehr wurde jede Gelegenheit benutzt, um zunächst im Verkehr mit Forstmännern und Grossgrundbesitzern die richtige Spur aufzufinden. Im Jahre 1899 schrieb mir der damalige Chef der Preussischen Staatsforstverwaltung, Exzellenz DONNER: „. . . Sollten Sie einmal das nördliche Hannover bereisen, so bin ich überzeugt, dass Sie dort Fichten finden werden, von denen es wahrscheinlich ist, dass sie zu den Ureinwohnern gehören . . .“ Auch der jetzige Leiter des Forstwesens in Preussen, Herr Oberlandforstmeister WESENER, und andere Herren der Zentralverwaltung regten mich gelegentlich an, einige Reviere zur Prüfung der Ursprünglichkeit der Fichte zu besuchen. Nach eingezogenen Erkundigungen handelte es sich teilweise jedoch um so feuchte Gelände, dass dieselben in gewöhnlichen Jahren garnicht oder nur schwer zugänglich sind. Deshalb kam ich erst in dem vorigen, auffallend trockenen Sommer[1]) dazu, die längst geplante Bereisung auszuführen, und ich wurde dabei von den Revierverwaltern und Forstschutzbeamten auf das bereitwilligste unterstützt.

---

[1]) WEHRHAHN, W., Die Naturdenkwürdigkeiten im Regierungsbezirk Lüneburg. XVI. Jahresheft des Naturwissenschaftlichen Vereins für das Fürstentum Lüneburg. Lüneburg 1904.

Klosterforst Miele (bis 1904 Staatsforstrevier).

Schutzbezirk Altensalzkoth. — Hier ist ein bruchiges nasses Gelände, in welchem die Fichte vorherrschend, stellenweise ganz rein vorkommt, während die Kiefer nur vereinzelt oder horstweise auftritt. Sonst finden sich da und dort Eiche, Erle, Birke und als Unterwuchs: *Rhamnus Frangula*, *Hedera Helix*, *Ilex Aquifolium*, *Salix aurita*, *Myrica Gale* usw. Die Bodendecke wird weithin von Sphagnaceen, *Vaccinium Oxycoccos*, *V. Myrtillus* u. a. gebildet. Früher war es eine zusammenhängende Waldfläche, welche aus den Jagen 119 bis 143 bestand, aber später ist ein Teil davon abgetrieben bezw. durch Windbruch vernichtet und wieder aufgeforstet. Beispielsweise wurde Jagen 123a abgeholzt und zeigt jetzt natürlichen Fichtenanflug; Jagen 123c ist auch abgetrieben, dann aber künstlich aufgeforstet. Jagen 139c ist eine Windbruchfläche, die sich mit natürlichem Anflug bedeckt hat; neben jüngeren stehen dort auch 25 bis 30jährige Fichten. Jagen 139d ist künstlich aufgeforstet und weist einen etwa 40jährigen Bestand auf, welcher die Grenze des Reviers gegen Bauernwald bildet. Die ursprünglichen Waldverhältnisse finden sich vornehmlich noch in den Jagen 123a, 136—143. In Jagen 123a steht eine stämmig gewachsene Fichte, die am Boden 2,94 *m* und in 1 *m* Höhe 2,73 *m* Umfang misst; in Jagen 137 zeigt der Stamm einer Fichte 2,60 bzw. 2,05 *m* Umfang. Die Gesamthöhe der Fichten überhaupt geht nicht selten über 30 *m* hinaus. Jagen 139b weist auch Fichtenbestand auf: am Nordrand steht die sogenannte Wilddiebsfuhre, d. i. eine alte Kiefer, bei welcher sich in früherer Zeit die Wilddiebe ihr Stelldichein gegeben haben sollen. Bei der in vorigem Jahre herrschenden Trockenheit hatte sich der Boden zwischen den Bäumen gesenkt, sodass sie mit ihren Wurzeln aus demselben etwas herausgehoben erschienen; in den Vertiefungen war das Torfmoos meist eingetrocknet. Bezeichnend für die Bodenbeschaffenheit im Walde ist auch der Umstand, dass von Alters her ein Knüppeldamm besteht, welcher noch heute unterhalten und zur Holzabfuhr benutzt wird. Der Damm, welcher ca. 2,5 *km* lang ist, setzt zwischen Jagen 132/136 ein und geht von Nordost nach Südwest bis Jagen 135/139. Mitten im Gelände hat sich noch ein Torfmoor erhalten, welches von den Jagenteilen 122c, 126, 130a und 131a gebildet wird.

---

[1]) K. Sajo sagt in der Rundschau des Prometheus, Jahrgang XVI, Berlin 1905, S. 556: „Der Sommer 1904 war einer der trockensten seit einem Menschenalter. Ich glaube nur der des Jahres 1863 könnte mit ihm verglichen werden. In solchen Ausnahmejahren pflegen Erscheinungen aufzutreten, die man sonst nicht beobachten kann . . .“

Auch ausserhalb jenes bruchigen Geländes kommt die Fichte vielfach im Gebiet vor. Beispielsweise in dem von diesem nur durch Wiesen getrennten Jagen 42b, wo reiner Moorboden liegt, finden sich starke Fichten sowie Kiefern u. a. Ferner weist Jagen 70b, welches durch Wiesen und Chaussee getrennt ist, fast reine Fichtenbestände auf; dort stehen auch *Ilex* und am Kohlbach zwei Erlen, an denen Epheu 9 bezw. 15 *m* hoch emporsteigt.

Staatsforstrevier Lüss.

Schutzbezirk Unterlüss. — In den Jagen 335a westlicher Teil, 342a westlicher Teil und 349b südöstlicher Teil, auf einem frischen humosen Boden mit lehmigem Untergrund, findet sich ein freudig gedeihender urwüchsiger Fichtenbestand, in welchem nur ganz vereinzelt Kiefer, Rotbuche, Eiche, Espe u. a. auftreten. Die Fichten sind verschiedenen Alters. Einzelne knorrige, stämmige Exemplare machen den Eindruck sehr alter Bäume; nach Ansicht des Revierverwalters geht das Alter erheblich über 200 Jahre. Der Umfang der Stämme beträgt nicht selten am Boden 2,50 und in 1 *m* Höhe 2 *m*. Vielfach kommen säbelförmige und andere abnorme Wuchsformen vor, welche durch Senkerbildungen verursacht werden; auch die kreisförmige Anordnung von Stämmen, bisweilen noch mit einem Mutterstamm in der Mitte, ist darauf zurückzuführen. Häufige Wipfelbrüche sprechen dafür, dass ehedem gewaltige Stürme gehaust haben; wenn dann ein Ast des nächstfolgenden Quirls sich in die Höhe richtet, entstehen die sogenannten Bajonettbäume. Auch die Eichen erreichen ansehnliche Dimensionen. Ein Stamm mass am Boden 3,05 und in 1 *m* Höhe 2,55 *m* Umfang; sein Holzgehalt wurde auf 7 *fm* geschätzt. Ein zweiter Stamm zeigte 3,60 bzw. 2,80 *m* Umfang und ein dritter 4,05 bzw. 3,30 *m* Umfang

In diesem Waldteil kommt Schwarzwild, Rotwild und Birkwild vor; auch findet sich in Jagen 342a, auf einer Astgabel einer Eiche flach aufliegend, ein Horst des schwarzen Storches, der sonst zu den Seltenheiten gehört. Ferner sind Eichelhäher und namentlich Schwarzspecht sehr häufig. Im Volksmund wird dieses Gelände der „Urwald" genannt. In der Tat macht der Waldteil einen durchaus urwüchsigen Eindruck, und die Fichte zeigt hier eine natürliche Vermehrungsfreudigkeit, wie man sie sonst selten antrifft.

Später sandte mir der Revierverwalter, Herr Oberförster PETERS in Lüss, welcher sich die Erhaltung des ursprünglichen Landschaftsbildes besonders angelegen sein lässt, folgende briefliche Mitteilungen vom 19. Mai d. J.: „Bezüglich der Urwüchsigkeit der Fichte im Lüss und in seiner Umgebung habe ich, durch Sie angeregt, noch eine Beobachtung gemacht, die Sie interessieren wird. In den Heiden zwischen Unterlüss und Hermannsburg kommt die Fichte in den exponiertesten Lagen trotz Schafweide und Heidehieb vielfach einzelständig und in kleinen Gruppen vor, und ist hier offenbar urwüchsig. An dem ganz unregelmässigen Stande und dem regellosen Durcheinanderstehen der verschiedenen Altersstufen erkennt man auf den ersten Blick, dass hier die Fichte auf natürlichem Wege erwachsen ist. Besonders beweiskräftig sind die vielen kleinen in der Heide verstreut liegenden Fichtengruppen, welche von weitem gesehen den Eindruck von Kiefernkusseln oder Wacholder machen, sich bei näherer Betrachtung aber als Fichten ausweisen, die durch Verbiss der Schafe, Witterung und geringe Bodengüte zu Krüppelgewächsen geworden sind. Eine solche Gruppe besteht in der Regel aus einem Mutterstamm, von dem zuweilen nur noch Reste vorhanden sind, und natürlichen Senkern, ganz wie im „Urwald“! Wenn trotz aller Unbill allein die Fichte in diesen Örtlichkeiten erhalten geblieben ist, so ist das meines Erachtens ein Beweis dafür, dass sie als im Daseinskampf stärkste hier von allen Holzarten am meisten Heimatsrecht hat und tatsächlich von allen auch am längsten beheimatet gewesen ist.“

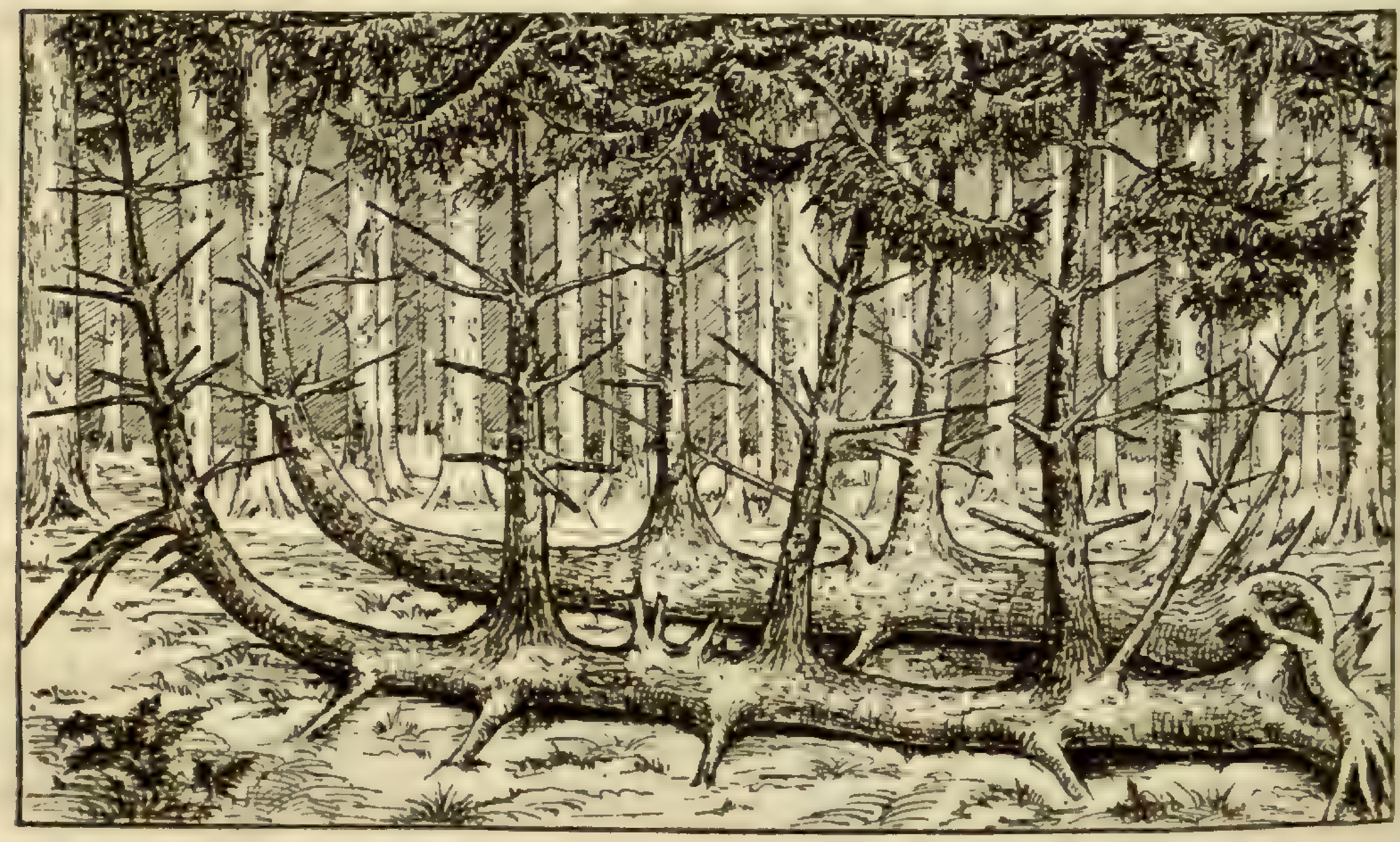


Fig. 1.

Harfenfichten in dem Schutzbezirk Dalle, Jagen 26b.

Im Schutzbezirk Lünsholz steht, wie beiläufig erwähnt sein mag, im Kiefernstangenholz eine zweibeinige Kiefer, welche von der Revierverwaltung durch eine Umzäunung geschützt ist.

Schutzbezirk Dalle. — Bis Mitte vorigen Jahrhunderts befand sich das mit Wald bestandene Daller Bruch, an dessen Rand sich der Dallebach hinzieht, in Bauernbesitz und wurde daher von keiner Forstkultur berührt. Einzelne Teile, namentlich Jagen 22*a* und 26b, haben ihre Ursprünglichkeit noch bis heute bewahrt. Das Gelände ist erheblich feuchter als das in dem vorher genannten Schutzbezirk Unterlüss. Hier finden sich in der Bodendecke: *Viola palustris Hydrocotyle vulgaris, Calla palustris, Narthecium ossifragum*, diverse Sphagnaceen u. a. m.; früher ist nach Aussage des Forstschutzbeamten auch der Königsfarn, *Osmunda regalis*, in jenem Gebiet vorgekommen. Der Bestand wird fast ausschliesslich von Fichte gebildet, stellenweise treten daneben Birke, Erle, Eberesche, Faulbaum und andere Holzarten auf. Die Fichten sind verschiedenaltrig; ein Stamm hatte am Boden 2,30 und in 1 *m* Höhe 1,80 *m*, ein anderer 2,58 bzw. 1,85 *m* Umfang. Es zeigen sich auch die abweichenden Wachstumsformen, welche ursprünglichen Waldungen eigentümlich sind, beispielsweise Fichten mit Tochterstämmen und Harfenfichten, teilweise von besonders schöner Ausbildung. Fig. 1 zeigt solche Harfenfichten aus dem Jagen 26b. Am Rande des Gestells zwischen Jagen 25a und Jagen 26b findet sich eine andere bemerkenswerte Fichte, die in ihrer Jugend vom Wind geworfen ist (Fig. 2). Der Wipfel hat sich zum stattlichen Baum erhoben, während ein schwächerer Ast erst

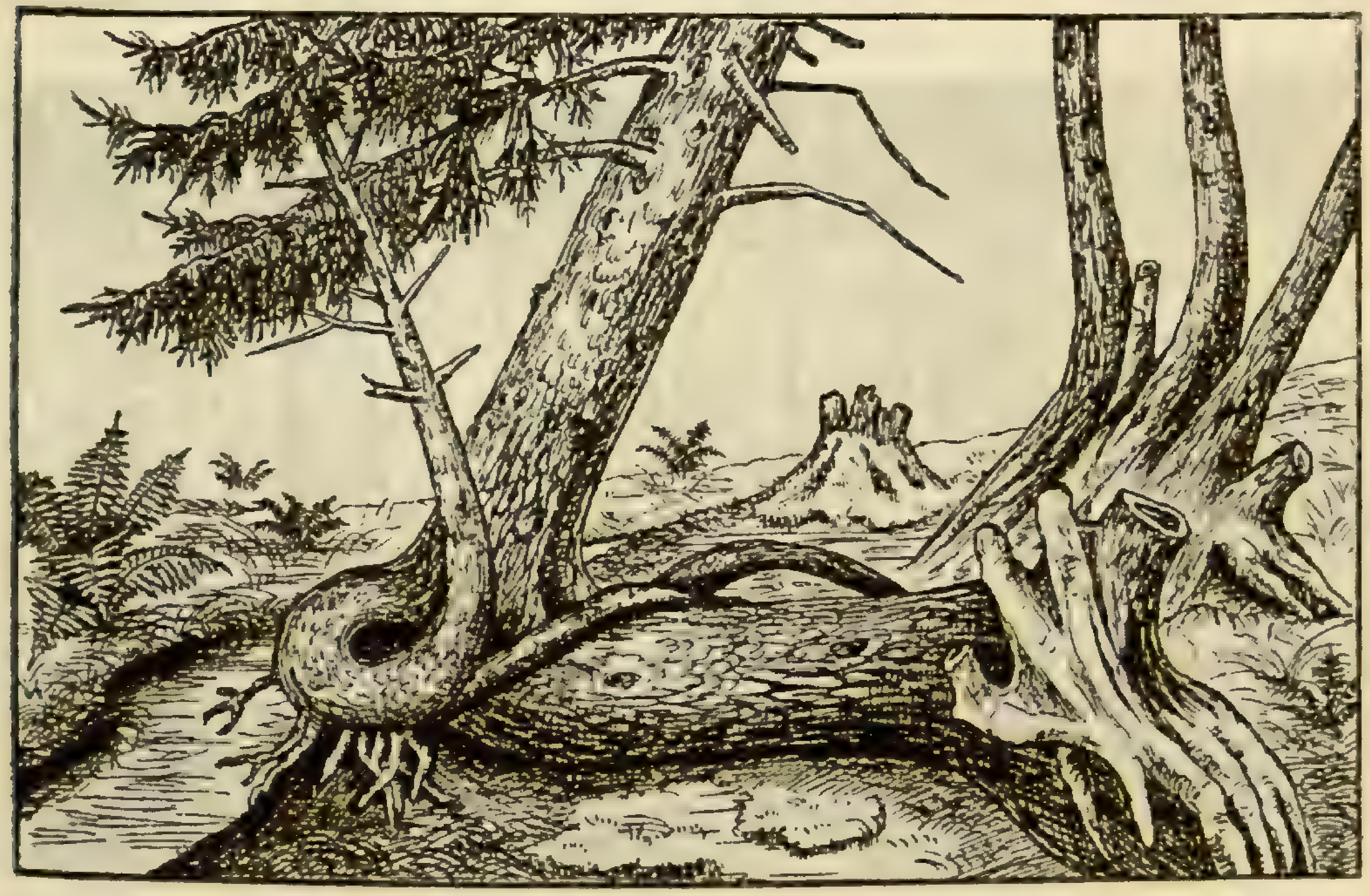


Fig. 2.

Vom Wind geworfene und teilweise wieder aufgerichtete Fichte mit Senkerbildung im Schutzbezirk Dalle, Jagen 25a/26b.

nach unten und dann im Bogen wieder nach oben gewachsen ist. An diesem Ast haben sich Senker gebildet, welche aber bei dem vor etwa 25 Jahren dort ausgeführten Graben durch Abschwemmen des Erdreichs blossgelegt und dann auch infolge von Frost trocken geworden sind. Ein Seitenast hat sich über den am Boden liegenden Hauptstamm gelegt und die Funktion einer Wurzel übernommen; ebenso hat sich an der andern Seite des Stammes ein Ast zur Wurzel ausgebildet. Der hochgewachsene Stamm weist in 1 *m* Höhe 1,80 *m* Umfang auf; die Gesamthöhe wird auf 25 *m* geschäzt.

Bauernwald. — An dieses Gelände stösst unmittelbar, nur durch Gräben getrennt, eine Privatwaldung, welche Bauern in Dalle und Lohe gehört. Hier finden sich die gleichen natürlichen Verhältnisse, nur noch in etwas wilderer Form als in dem fiskalischen Schutzbezirk Dalle. Von allen im norddeutschen Flachland mir bekannt gewordenen Wäldern würde dieser Bauernwald vielleicht am ehesten die Bezeichnung eines „Urwaldes“ beanspruchen können. Es giebt dort noch Stellen, wohin selten ein menschlicher Fuss gedrungen und wo noch nie die Axt gerührt ist. Der Boden ist auf weite Strecken hin von Torfmoos eingenommen und kann in gewöhnlichen Jahren wegen allzu grosser Nässe garnicht betreten werden. Aber bei der anhaltenden Dürre in vorigem Jahr war das Spagnetum ausgetrocknet, wodurch sich die Oberfläche um 50 bis 60 *cm* gesenkt hatte. Somit wurden die Wurzeln der Fichten bloss-

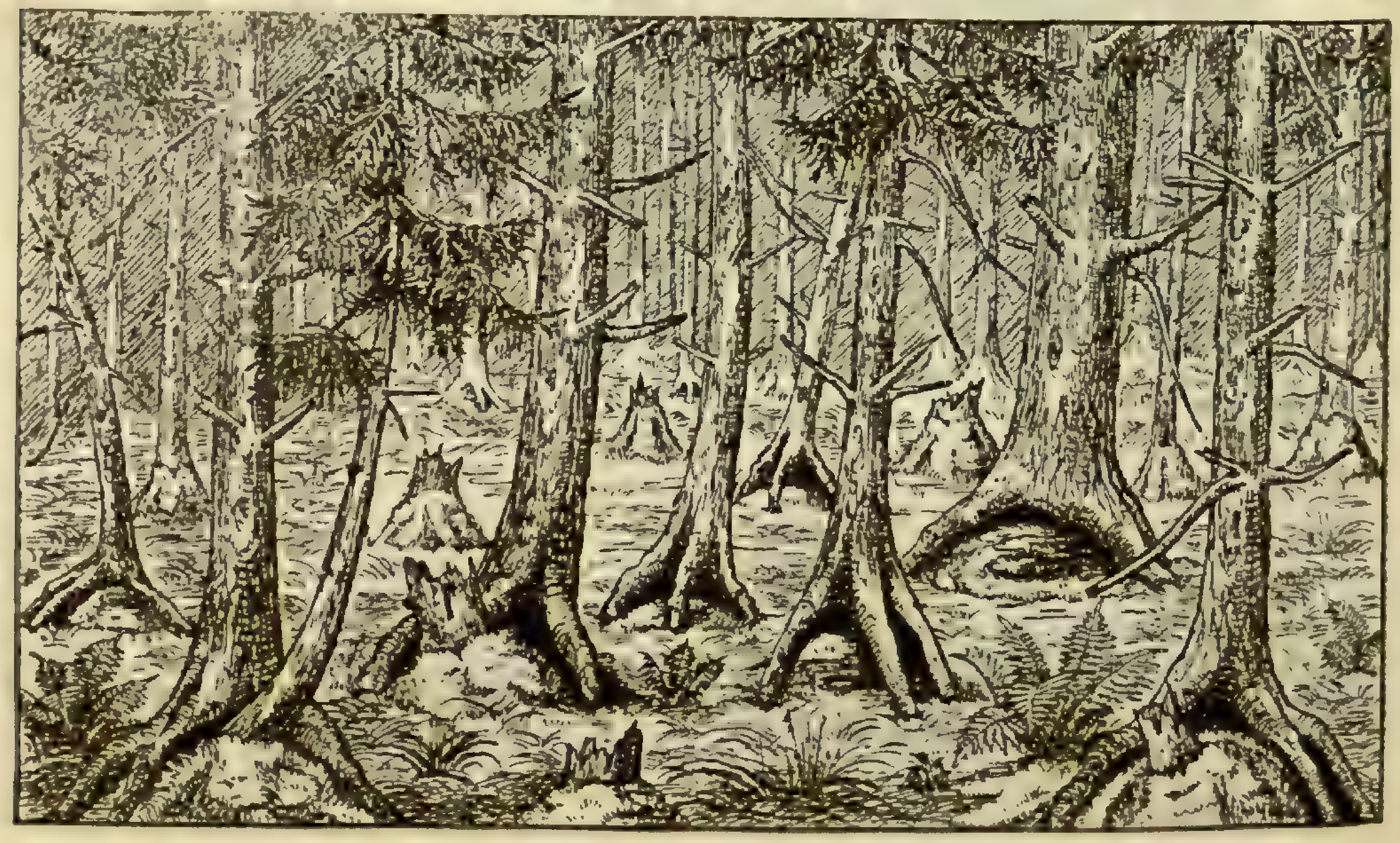


Fig. 3.

Fichtenbestand im Bauernwald Dalle. Durch Senkung der Oberfläche infolge Austrocknung des moorigen Bodens erscheinen die Fichten mit teilweise freigelegten und stelzenartig hervortretenden Wurzeln.

gelegt und die Stämme erschienen gleich wie auf Stelzen stehend (Fig. 3). Stellenweise ist die Humusschicht ziemlich mächtig. An einem Grabendurchschnitt lagen 45 bis 50 *cm* tief im Humus zahlreiche Stämme, welche teilweise noch gut erhalten waren. Nach mikroskopischer Prüfung stellte sich heraus, dass auch diese subfossilen Stücke der Fichte, *Picea excelsa*, angehören.

Staatsforstrevier Walsrode.

Schutzbezirk Krelingen. — Nach Aussage des Revierverwalters war die Fichte ehedem hier weit verbreitet, aber die Waldteile sind zum grössten Teil abgeholzt worden. Jetzt finden sich ursprüngliche Bestände von Fichte und Kiefer vornehmlich noch in den Jagen 36a und 38, und zwar sind beide Holzarten dort nahezu gleichalterig und ziemlich gleich verteilt. Spärlich treten Eiche, Buche, Birke, Eberesche, Faulbaum u. a. auf, daneben kommen angepflanzt, wahrscheinlich in alten Windbruchlöchern, Douglastannen vor. In dem feuchten Humusboden, welcher bis 1 *m* mächtig ist, sind die Bäume sehr schnellwüchsig, und Fichtenstämme von 2 *m* Umfang sollen nicht viel über 120 Jahre alt sein. Daneben finden sich abweichende Wuchsformen, Bajonettbäume u. a. m. Auch Farne (*Polypodium vulgare*, *Aspidium Filix mas*, *Asplenium Filix femina*, *Pteris aquilina* usw.). Epheu und andere Pflanzen (*Oxalis Acetosella*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Vaccinium Myrtillus*, *Majanthemum bifolium* usw.) gedeihen freudig. Adlerfarn wird stellenweise 1,5 *m* hoch und Epheu steigt bis in die Krone der Bäume empor. In Jagen 36a liegt ein Fichtenhorst, in welchem jeder Stamm bis auf etwa 20 *m* von blühendem Epheu umrankt ist, ein Waldbild von seltener Schönheit[1]. In der Nähe steht auch eine Kiefer, an welcher die Pflanze nahezu 16 *m* in die Höhe klettert.

In Jagen 37b liegt der kleine Eibenhorst, dessen Hauptstamm übrigens durch die Freistellung gelitten hat. Die Krone war in vorigem Jahr trocken geworden, während die Äste und Zweige noch grünten. Die anderen Exemplare haben die Freistellung besser überwunden und sind in freudiger Weiterentwicklung begriffen. Das individuelle Alter der Stämme kann bei dem guten Boden leicht überschätzt werden.

Im Schutzbezirk Ahlden, Jagen 68 und 69, liegt der Forstort Hülsehorst, wo jetzt noch zahlreiche Exemplare der Hülse, *Ilex Aquifolium*, vorkommen.

---

[1] Laut brieflicher Mitteilung des Revierverwalters, vom 13. Juni ds. Jhs., ist in Jagen 36a der alte Mischbestand von Fichte und Kiefer, besonders auch die mit Epheu berankte Partie, durch die Stürme des vergangenen Winters stark gelichtet worden.

Provinz Pommern. — Regierungsbezirk Stettin.

Rübenhagener Heide und Ostenheide.

In den bisherigen Veröffentlichungen über Pommerns Pflanzenwelt ist von einem natürlichen Vorkommen der Fichte nirgends die Rede. In WILH. MÜLLER's Flora von Pommern, Stettin 1898, S. 14, heisst es: „Hier und da in Wäldern, Anlagen und Gärten angepflanzt[1].“ Das von WINKELMANN bearbeitete Forstbotanische Merkbuch II für Pommern, Berlin 1905, S. 51ff., führt eine Anzahl gepflanzter Fichten, hingegen urwüchsige Bäume nicht an.

Es ist bekannt, dass Hinterpommern nur wenige Staatsforsten, dagegen ausgedehnte Privatwaldungen besitzt, welche noch vielfach ursprüngliche Verhältnisse aufweisen und wissenschaftlich kaum erforscht sind. Als ich im Januar dieses Jahres in Stettin zu einem Vortrag über den Schutz der natürlichen Landschaft eingeladen war, benutzte ich die Gelegenheit, von den anwesenden Mitgliedern der Regierung und Landwirtschaftskammer einschlägige Informationen einzuziehen. Im allgemeinen ist der forsttechnische Beirat der Landwirtschaftskammer der beste Kenner der in Privatbesitz befindlichen Waldungen, und so wurde ich durch die mit ihm gepflogene Unterhaltung auf folgende Spur geführt.

Die Rübenhagener Heide und die Ostenheide sind zwei südlich bezw. südöstlich von Witzmitz im Kreise Regenwalde gelegene Waldungen, welche nur durch den Krebsbach, der unweit Plathe in die Rega mündet, und durch dessen Niederungen von einander getrennt werden. Die Rübenhagener Heide, welche ich in Begleitung des Herrn Rittergutsbesitzers Dr. VON DER OSTEN-Wisbu und seines Försters am 25. Mai d. J. besuchte, weist einen feuchten, meist sumpfigen Boden von ursprünglicher Beschaffenheit auf. Nur um die Wege passierbar zu machen, wurden in den letzten Jahrzehnten da und dort Gräben gezogen, aber das Innere ist auch heute kaum etwas entwässert. Die atmosphärischen Niederschläge sind ziemlich erheblich; die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt dort 600 bis 650 *mm*[2]. In diesem Gelände fühlt sich das Schwarzwild wohl, und in der Ostenheide existiert auch ein ansehnlicher Rotwildbestand. Bis vor kurzem soll der schwarze Storch in der Rübenhagener Heide gehorstet haben.

---

[1] In der II. Auflage, Stettin 1904, S. 14, kehren dieselben Worte wieder, nur findet sich zwischen Wäldern und Anlagen ein Punkt statt des Kommas. Es ist anzunehmen, dass dies auf einem Setzfehler beruht, während der Sinn der Worte nicht verändert werden soll.

[2] HELLMANN, G., Regenkarte der Provinzen Brandenburg und Pommern. Berlin 1901.

Die Rübenhagener Heide trägt einen urwüchsigen Waldbestand, in welchem die Fichte herrscht und auf weiten Flächen ganz rein auftritt. Eingestreut finden sich Kiefer, Eiche, Rotbuche, Weissbuche, Erle, Birke, Espe, Eberesche, Weissdorn, Apfel, Birne u. a. Am Boden kommen vor: *Viola palustris, Oxalis Acetosella, Hedera Helix* (auch emporkletternd an Stämmen), *Vaccinium Myrtillus, Vaccinium Vitis Idaea* (weniger), *Galeobdolon luteum, Convallaria majalis, Majanthemum bifolium, Polypodium vulgare, Pteris aquilina* usw.

Die Fichte ist in allen Altersklassen vorhanden und erreicht über 30 *m* Höhe. Der Anflug gedeiht überall freudig, daneben kommt überhaupt kaum etwas anderes auf. Ein Stamm zeigte über der Wurzel 2,70 und in 1 *m* Höhe 2,30 *m* Umfang, ein anderer Stamm 2,80 bzw. 2,30 und ein dritter 2,90 bzw. 2,25 *m*; alte Stubben von 3 *m* und mehr Umfang sind nicht selten. Auch hier finden sich bemerkenswerte abweichende Wuchsformen. Beispielsweise keimen Fichtensamen auf im Boden wurzelnden oder auf umgestürzten alten Stöcken, wodurch dann in weiterem Verfolg Stelzenbäume entstehen. In einem anderen Fall erhob sich eine starke Birke 1,5 *m* über einem halbverrotteten Fichtenstubben und trug eine Eberesche als Überpflanze. Ebenso entstehen Senkerbildungen und Erscheinungen, welche damit zusammenhängen, z. B. kreisförmig angeordnete Stämme.

Die Ostenheide enthält in dem zunächst liegenden Teil auch vornehmlich Fichten, wie ich vom anderen Ufer des Krebsbaches wohl beobachten konnte; Zeit und Umstände gestatteten diesmal nicht einen Besuch jenes Geländes. Im übrigen soll in der Ostenheide aber die Kiefer vorherrschend sein.

Die beiden Heiden waren früher ganz im Besitz der Familie VON DER OSTEN, welche urkundlich dort 1248 zum ersten Mal genannt wird. Diese Familie hatte überhaupt zahlreiche Besitzungen in Hinterpommern, namentlich im Kreise Regenwalde, sowie in Vorpommern, Rügen und Brandenburg. Ein Teil davon ist später in andere Hände übergegangen, z. B. Plathe im Kreise Regenwalde[1]) neuerdings durch Erbschaft an die Familie VON BISMARCK. Es kann für sicher gelten, dass die Osten- und Rübenhagener Heide schon damals der Familie gehörte, zumal die Heide sich bis unweit Woldenburg erstreckt, nach welchem der Ritter FRIEDRICH VON DER OSTEN auch „dictus de Woldenborch" hiess. Dieser hatte 1248 so ausgedehnten Besitz, dass er 250 Hufen zur Gründung eines Klosters hergeben konnte. Noch vor 100 Jahren führte der Regenwalder Kreis überhaupt den Namen Ostenkreis. Auch jetzt sind die beiden Heiden noch zum grössten

---

1) Am Eingang zum Burgplatz werden zwei starke Schwarzpappeln und bei der Schlossruine eine alte Esche im Forstbotanischen Merkbuch für Pommern, S. 52, angeführt.

Teil im Besitz der Familien VON DER OSTEN-Wisbu und VON DER OSTEN-Witzmitz; daneben partizipieren hauptsächlichlich die Güter Geiglitz[1]), Kummerow und Natelfitz[2]).

Bei dieser Stabilität in den Besitzverhältnissen ist durch Jahrhunderte immer nur geplüntert worden, und die entstandenen Lücken wurden durch natürlichen Anflug wieder ausgefüllt. Erst vor etwa 40 Jahren begann man im OSTEN'schen Anteil etwas Fichten anzuschonen; in anderen Waldteilen ist bis jetzt überhaupt noch nichts geschehen.

Noch ein anderer Umstand ist bemerkenswert. Die Fichte wird „Grän“ von der Bevölkerung jener Gegend genannt. Bekanntlich ist gran die schwedische Bezeichnung des Baumes, und es bleibt von anderer Seite zu untersuchen, ob ein Zusammenhang besteht. In solchen Teilen Pommerns, wo die Schweden dauernd geherrscht haben, also westlich der Oder, sind schwedische Worte, z. B. lingon für Preisselbeere, nicht selten in den Volksmund übergegangen.

Allgemeines.

Aus vorstehenden Beobachtungen ergibt sich, dass auch im norddeutschen Flachland, in Hannover wie in Pommern, ursprüngliche Fichtenbestände jetzt noch vorhanden sind. Dort in der Lüneburger Heide wurden vier bezw. fünf kleinere Verbreitungsgebiete nachgewiesen:

1. Schutzbezirk Altensalzkoth der Kloster-Oberförsterei Miele;
2. Schutzbezirk Unterlüss der Königl. Oberförsterei Lüss;
3. Schutzbezirk Dalle, ebenda;
4. Bauernwald Dalle;
5. Schutzbezirk Krelingen der Königl. Oberförsterei Walsrode.

Die unter 3 und 4 angeführten Gebiete bilden pflanzengeographisch einen Bezirk, die übrigen sind durchweg voneinander getrennt. Alle liegen nördlich der Aller, etwa zwischen Celle, Uelzen und Walsrode.

In Pommern bilden die Rübenhagener Heide und die Ostenheide ein vom Krebsbach durchflossenes Verbreitungsgebiet östlich der Rega, etwa zwischen Greifenberg und Regenwalde gelegen.

Wenn man die Standorte insgesamt überblickt, finden sich fast überall ähnliche, teilweise gleiche Verhältnisse. Der Boden ist humos, feucht, bisweilen sumpfig und wegen allzu grosser Nässe schwer zu-

---

1) Aus den Waldungen von Geiglitz wird die kleinblätterige Mistel auf einer Kiefer in WINKELMANN's Forstbotanischem Merkbuch II, S. 52, angegeben.

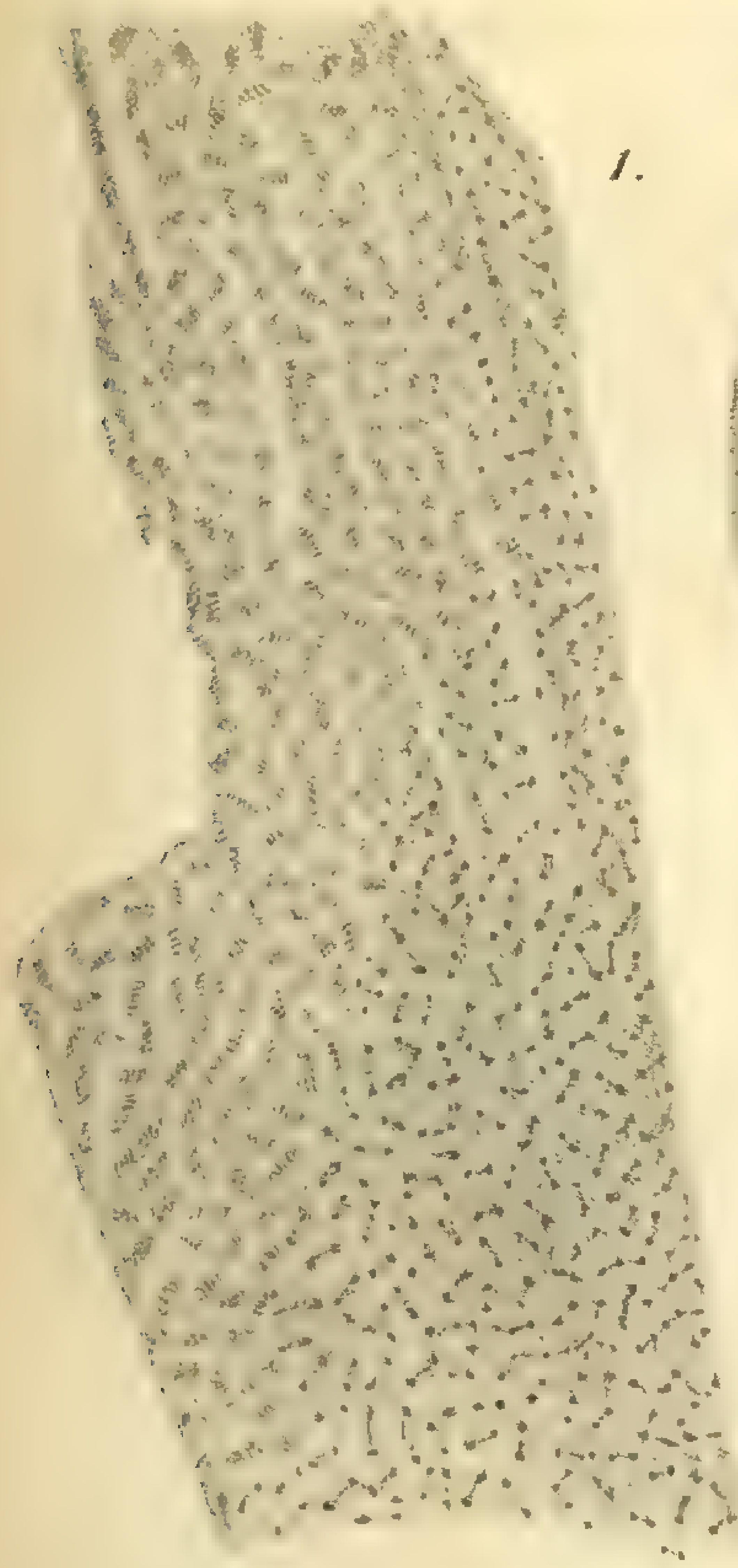
2) Die historischen Nachrichten verdanke ich dem Königl. Staatsarchiv und dem Provinzialkonservator der Provinz Pommern, Herrn Gymnasialdirektor Professor Dr. LEMCKE in Stettin.

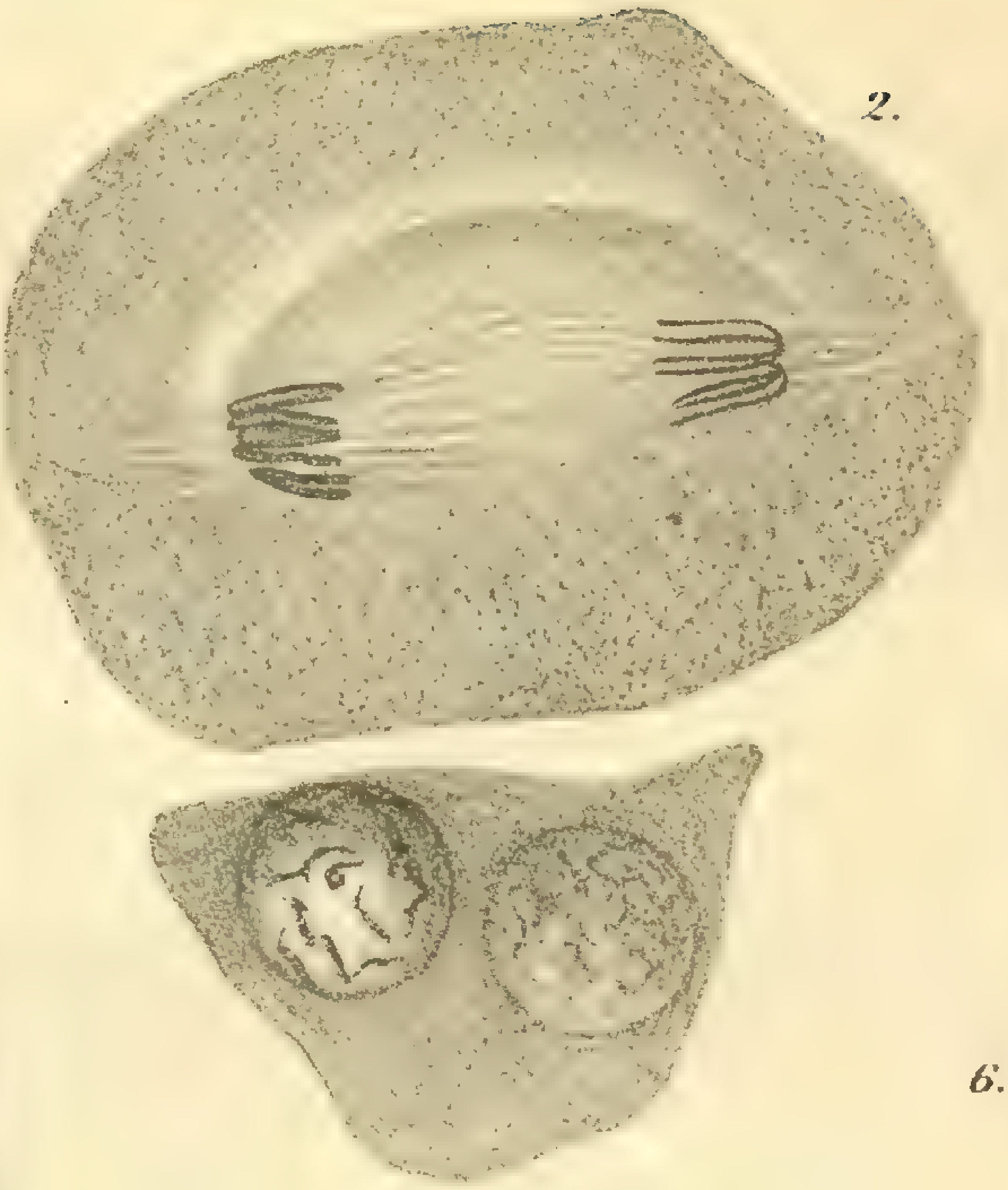
gänglich (Altensalzkoth, Dalle). Bezeichnend ist auch die geringe künstliche Entwässerung sowie an einer Stelle das Bestehen eines langen Knüppeldammes (Altensalzkoth) und das reichliche Vorkommen von Schwarzwild (Unterlüss, Rübenhagen). Die Fichte bildet reine oder fast reine Bestände und kommt dabei in allen Altersklassen vor. Sie ist frohwüchsig, entwickelt sich stämmig und knorrig (Unterlüss) und zeigt eine starke Beästung. Die Stämme erreichen eine Länge von mehr als 30 *m* und einen Umfang von mehr als 3 *m* am Boden. Häufig treten Senker auf, und deshalb finden sich auch kreisförmig angeordnete Tochterstämme um den Mutterstamm (Dalle, Rübenhagener Heide). Weiter entwickelt sich aus umgeworfenen Stämmen bei Senkerbildung eine Reihe abweichender Formen, z. B. Harfenfichten (Dalle), säbelförmige Stämme (Unterlüss) u. a. m. Bei Windbruch am Wipfel entstehen Bajonettbäume (Unterlüss, Krelingen). Die Fichte bildet reichlich Anflug, der sich auch auf stehenden und umgestürzten Stöcken findet; in weiterem Verfolg kommen die Stelzenfichten zustande (Rübenhagener Heide). Ähnliche Erscheinungen entstehen auch in besonders nassen, von Torfmoos bedeckten Geländen durch Zusammentrocknen und Einsinken des Bodens (Dalle). Beiderlei Erscheinungen erinnern an die reizvollen Waldbilder am Kubany in Böhmen, wo Fichten nicht selten auf alten Stöcken keimen und später, bei allmählicher Verrottung derselben, auf ihren Wurzeln hoch über Terrain stehen bleiben. Neben der Fichte treten untergeordnet mehr oder weniger zahlreiche Holzarten auf, wie sie sich ursprünglich im deutschen Wald vorfanden.

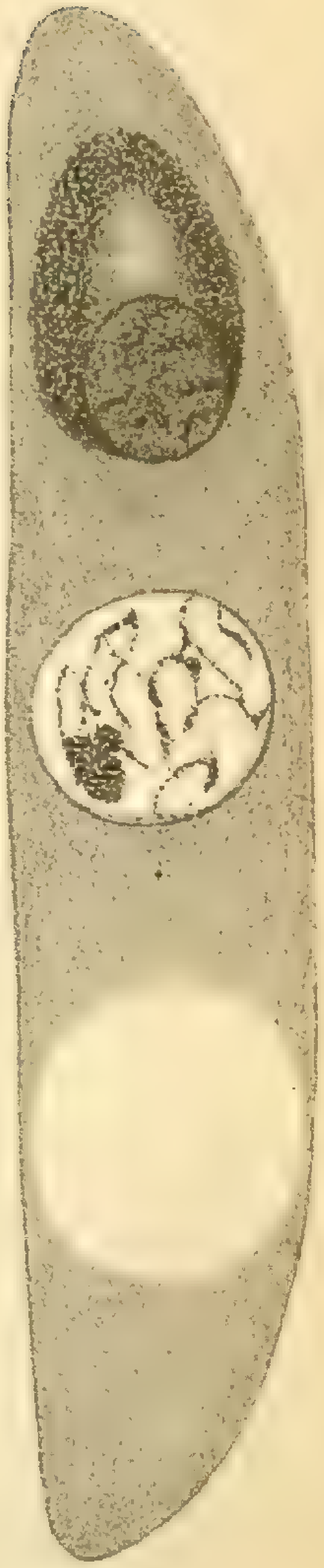
Einer dieser Umstände würde nicht immer gerade die Spontaneïtät der Fichte beweisen, vielmehr ist das Gesamtbild der Natur des Geländes im Vergleich mit anderen entscheidend. Als ich vor zehn Jahren das Vorkommen im Schutzbezirk Krelingen kennen lernte, wo die Verhältnisse am wenigsten wild sind, glaubte ich mich noch nicht bestimmt für die Urwüchsigkeit der Baumart aussprechen zu dürfen. Aber jetzt, in der Reihe der übrigen Waldbilder, ist auch in Krelingen an der Ursprünglichkeit der Fichte nicht zu zweifeln. Es bedarf keines prophetischen Blickes, um vorauszusagen, dass die Fichte jetzt noch an anderen Stellen, nicht bloss in der Lüneburger Heide, sondern auch im übrigen Flachland urwüchsig aufgefunden werden wird. Bei dem hervorragenden Interesse, welches die hier beschriebenen Standorte der Fichte in pflanzengeographischer und pflanzengeschichtlicher Hinsicht beanspruchen, war es angezeigt, Schritte zu tun, um sie der Mitwelt und Nachwelt tunlichst zu bewahren. Daher ist an den leitenden Stellen von mir beantragt worden, dass in der Lüneburger Heide bestimmte, abzugrenzende Waldteile in Zukunft, soweit nicht eine Gefahr droht, von der Forstkultur völlig unberührt bleiben.

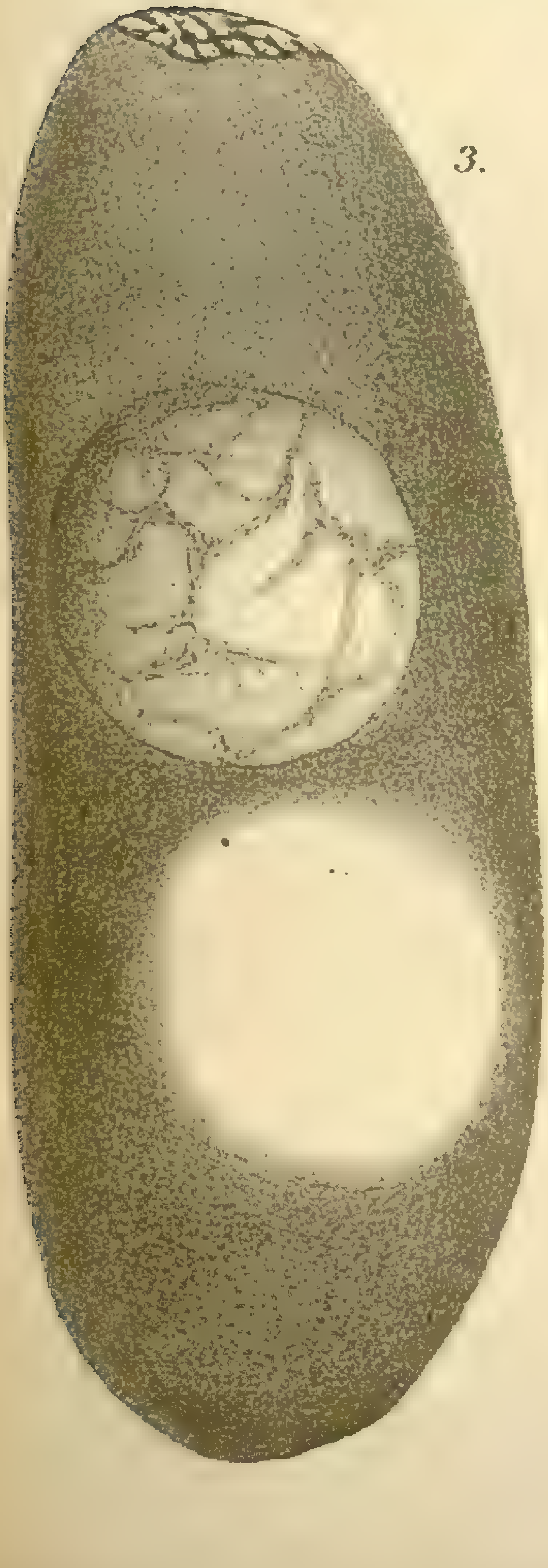
Aus diesen Beobachtungen ergibt sich auch eine Anregung für die praktische Forstwirtschaft. Bei der freudigen Entwicklung und Vermehrungsfähigkeit, welche die Fichte mehr oder weniger an jenen Standorten in Hannover und Pommern zeigt, empfängt man den Eindruck, dass dort ein natürlicher Fichtenboden herrscht, und solche Bestände lehren den Forstmann oft mehr, als das Ergebnis mancher wissenschaftlichen Versuche. Wenn daher Aufforstungen in dortigem Gebiet ausgeführt werden, sollte man gerade die Fichte mit in erster Reihe berücksichtigen.

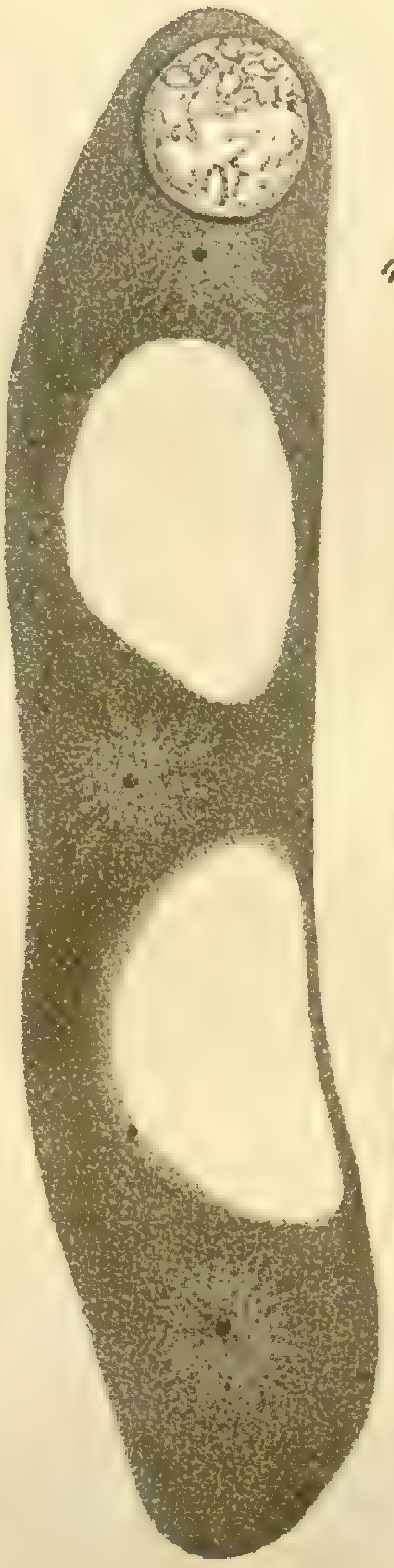
Es erübrigt noch, allen Beteiligten aufrichtigen Dank zu sagen. Derselbe richtet sich hauptsächlich an die Herren Oberlandforstmeister WESENER, Forstmeister a. D. HEYNEMANN, Oberförster PETERS und Graf VON DER SCHULENBURG, Forstassessor MASKE, Hegemeister BIELING und Förster HERING. Ebenso fühle ich mich Herrn Rittergutsbesitzer Dr. VON DER OSTEN in Wisbu zu Dank verpflichtet. Die Skizzen zu den hier beigefügten Textfiguren sind von Herrn Hegemeister BIELING freundlichst ausgeführt worden. Bei der Umzeichnung wurden die Bilder absichtlich lichter gehalten, als es der Wirklichkeit entspricht, damit die bezeichnenden Formen deutlicher hervortreten.

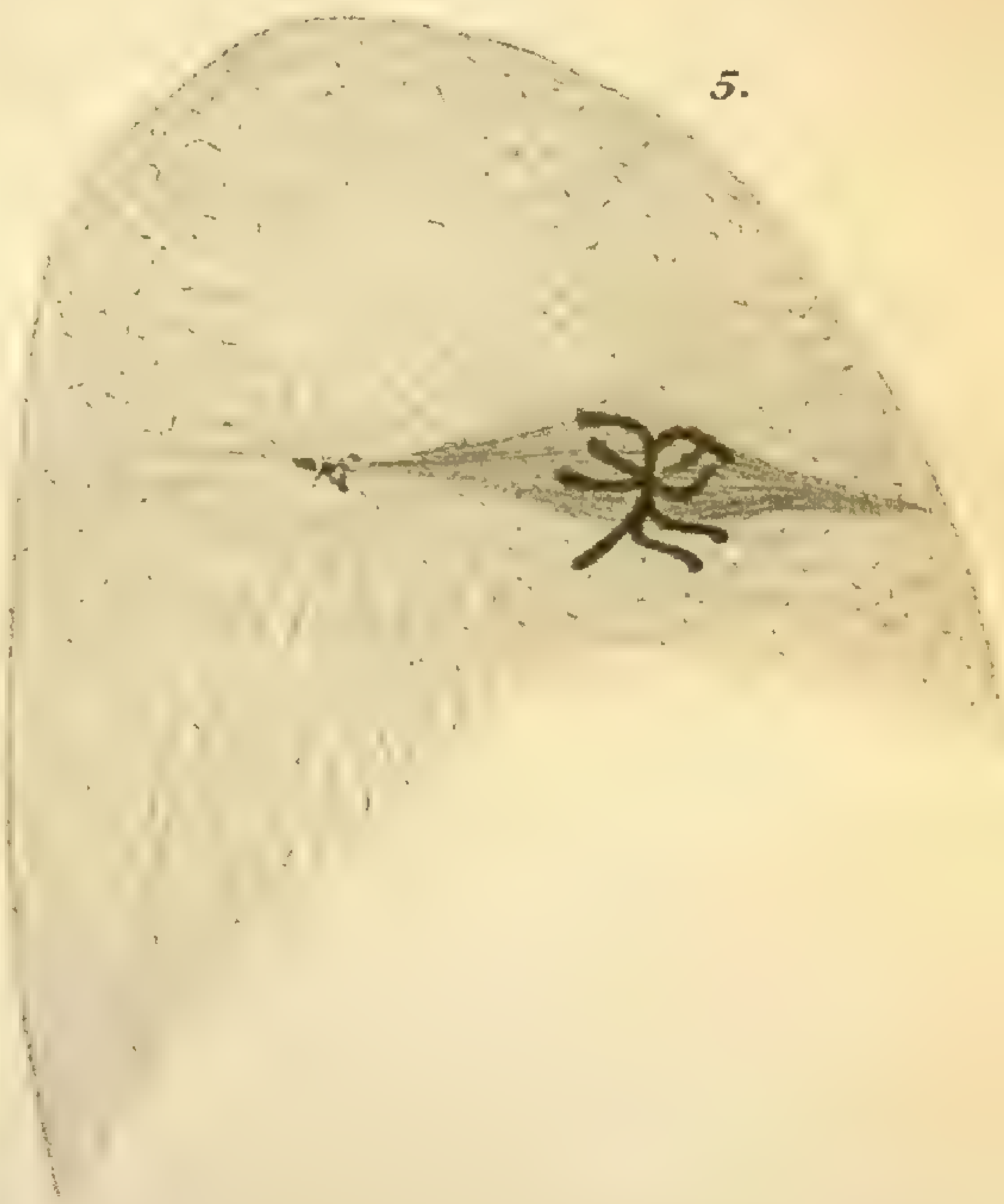

1.


2.


6.


3.


4.


5.

E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, **Steglitz** bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

* * *

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5	„
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	Buchbinderlohn für jeder Abdruck	1,35	„
6.	für jeden Umschlag	1,5	„
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauer Strasse 29

Neueste Erscheinungen.

Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung.

Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten überreicht von **H. Conwentz.** Dritte Auflage. Eleg. in Leinen gebunden 2 Mk.

Kaum ein halbes Jahr nach Erscheinen der beiden ersten sehr hohen Auflagen wurde die Herstellung einer neuen Auflage notwendig; gewiss ein eindrucksvolles Zeichen für die Bedeutung dieser Denkschrift und für den Anklang, den die durch den Verfasser vertretenen Ideen in weiten Kreisen gefunden haben und noch finden. Man muss die Ausführungen von Conwentz lesen, um zu erfahren, welche Gefahr unserer Natur droht und wie nur schleunige Massnahmen zu retten vermögen, was noch zu retten ist.

Forstbotanisches Merkbuch.

Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden urwüchsigen Sträucher, Bäume und Bestände im Königreich Preussen. Herausgegeben auf Veranlassung des Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

II: Provinz Pommern. Mit 27 Abbildungen. Gebunden 2 Mk. 80 Pfg.

III: Provinz Hessen-Nassau. Mit 26 Abbildungen. Gebunden 3 Mk. 60 Pfg.

Je mehr das ursprüngliche Landschaftsbild sich unter den prosaischen Nützlichkeitsanforderungen des modernen Erwerbs- und Verkehrslebens verflaut und uniformiert, um so berechtigter ist das ideelle Bestreben, die noch verschont gebliebenen Denkmäler der Natur zu registrieren, um sie nach Möglichkeit zu schützen. Anregungen folgend hat das preussische landwirtschaftliche Ministerium die Sammlung und Sichtung der beachtenswerten Baumriesen, Individuen aussterbender Pflanzengattungen usw. veranlasst. So enthalten die „Forstbotanischen Merkbücher“ nicht nur viel Material von sozusagen Liebhaberwert für den Natur- und Forstfreund im besonderen, sondern auch manchen wertvollen Beitrag in floristischer Hinsicht und zur Urgeschichte des Waldes. — Die Bände sind sauber ausgestattet und in kleinem Format gehalten, um sie bequem auf Wanderungen mitführen zu können.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 6.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN

BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 6.

MIT TAFEL VII—VIII.

AUSGEGEBEN AM 24. JULI 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 6.

Seite

Sitzung vom 30. Juni 1905 235

Mitteilungen:

33. **A. Ursprung**: Eine optische Erscheinung an Coleochaete. (Mit Tafel VII) 236
34. **W. Palladin**: Über den verschiedenen Ursprung der während der Atmung der Pflanzen ausgeschiedenen Kohlensäure. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung) . . 240
35. **Ludwig Hecke**: Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. (Mit Tafel VIII) 248
36. **N. Gaidukov**: Über die Eisenalge Conferva und die Eisenorganismen des Süsswassers im allgemeinen 250
37. **Ernst Küster**: Über den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren 254

~~~

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 28. Juli 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Botanischen Museums

im königlichen botanischen Garten,

Grunewaldstr. 6/7.
~~~

Sitzung vom 30. Juni 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zu der am

Dienstag den 26. September 1905, 9 Uhr vormittags, in Meran (Südtirol)

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Es stehen nur die durch § 15 des Reglements vorgeschriebenen Punkte der Tagesordnung zur Verhandlung. Insbesondere liegt es der Versammlung ob, Zeit und Ort der nächsten Generalversammlung unabhängig von der Tagung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte festzusetzen.

Berlin, im Juli 1905.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident.

Herr HARMS erstattete am Schluss der Sitzung einen kurzen Bericht über die Beschlüsse, die man auf dem im Juni d. J. zu Wien abgehaltenen Nomenklatur-Kongresse gefasst hat. Er behandelte die Frage nach dem Ausgangspunkt der Nomenklatur und die Nomenklatur der Gattungen. Ferner wies er hin auf einen wichtigen Kompromiss, der bezüglich der Nomenklatur der Arten und Varietäten zustande gekommen ist.

Mitteilungen.

33. A. Ursprung: Eine optische Erscheinung an Coleochaete.

Mit Tafel VII.

Eingegangen am 6. Juni 1905.

Kürzlich wurde ich von Herrn Prof. Dr. KATHARINER auf eine eigentümliche Alge aufmerksam gemacht, die sich in Menge an den vertikalen Wänden eines zylindrischen Aquariumglases angesiedelt hatte. Die fragliche Alge bildete rundliche Scheiben, die alle ein dunkles Kreuz aufwiesen[1]), nach Art der Fig. 1. Die Arme des Kreuzes bildeten miteinander einen Winkel von ca. 90°. Bald war der eine Arm horizontal, der andere vertikal (Figur 1a), bald bildeten beide Arme mit der Vertikalen Winkel von ca. 45° (Fig. 1b), bald fand sich irgend eine Zwischenstellung. Die von dem dunkelen Kreuz freigelassenen Felder ergeben zusammen ein helles Kreuz. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass es sich um eine *Coleochaete* handelte, also um eine Form, deren Zellen annähernd gleichmässig um den Mittelpunkt der Scheibe angeordnet sind und in keiner Weise, weder durch Verschiedenheiten in Bau, Anordnung oder Färbung die Figur eines Kreuzes bilden. Es musste sich daher um eine rein optische Erscheinung handeln. Das Kreuz erinnerte natürlich sofort an die Figur, welche Stärkekörner im polarisierten Licht zeigen, und es tauchte daher die Vermutung auf, es handle sich vielleicht um eine Polarisationserscheinung. Hiermit schien auch die Tatsache übereinzustimmen, dass die zwischen Objektträger und Deckglas befindliche, mit der Lupe betrachtete Alge nicht immer das Kreuz aufwies, sondern nur dann, wenn das Licht schief auf den Objektträger fiel. In diesem Falle wird aber bekanntlich der einfallende Strahl natürlichen Lichtes beim Durchtritt durch die Glasplatte etwas polarisiert. Die Prüfung zwischen den Nicols zeigte jedoch, dass es sich nicht um eine Polarisationserscheinung handeln konnte. Das Zimmer wurde nun verfinstert, um diffuses Licht abzuhalten und den Einfallswinkel der Strahlen bestimmen zu können. Das Objekt wurde ferner in die Mitte einer Glasplatte gebracht, die in einem Stativ befestigt war und sich in ihrer Ebene um 360° drehen liess. Das beobachtende Auge befand sich, wo nichts Besonderes bemerkt ist, immer senkrecht über der Zellfläche. Solange das Licht senkrecht auf die Glasplatte und daher auch senkrecht auf die *Coleochaete*-Scheibe auffiel, war kein Kreuz sichtbar, gleichgültig, welche Stellung die Alge im übrigen hatte. Bei schief auffallendem Licht ist das Kreuz sichtbar; wird die Glasplatte in ihrer Ebene um 360° gedreht, so ändert sich dadurch die Lage des Kreuzes nicht, wenn die Richtung der einfallenden Strahlen und die Stellung des Auges keine Veränderung erfahren. Die Kreuzarme konnten auf zwei Arten verschoben werden, durch Änderung der Richtung der auf das Objekt fallenden Strahlen, und durch Veränderung der Richtung der in das Auge tretenden Strahlen.

---

[1]) Das Kreuz war an den Algen, die an der vorderen Glaswand hafteten, schon mit blossem Auge, besonders deutlich aber mit der Lupe sichtbar. Die Algen der Hinterwand wurden leicht bei stärkerer Vergrösserung gesehen, wenn man das Auge in einer bestimmten Distanz vom Glas hielt, indem der mit Wasser gefüllte Zylinder als Linse wirkte.

I. Veränderung der Richtung der auf das Objekt fallenden Strahlen. Das Auge findet sich immer senkrecht über der *Coleochaete*-Scheibe, die Augenachse fällt daher mit der Linie ee (Fig. 2) annähernd zusammen.

Die auf das Objekt oo (Fig. 2) fallenden Strahlen l_1 bilden mit ee einen Winkel von 45°. Fig. 3 zeigt die Alge von der Fläche. Die mit der Augenachse zusammenfallende Linie e ist als Punkt sichtbar. Der schief von unten erfolgende Einfall der Strahlen l_1 soll durch die ungleichmässige Punktierung angegeben sein. Benutzt man als Lichtquelle z. B. einen Auerbrenner, dann sieht man bei der angegebenen Stellung in der Scheibe ein helles Kreuz, das die Lage des schwarzen Kreuzes in Fig. 1a hat, dessen Arme also horizontal bezw. vertikal sind. Stellt man die Lichtquelle so, dass die Strahlen in Richtung l_2 wieder unter 45° einfallen, so ändert sich das Kreuz nicht. Auch für die unter 45° erfolgenden Einfallsrichtungen l_3 und l_4 behält das Kreuz dieselbe Lage wie für l_1 und l_2.

Fallen die Strahlen, wieder unter 45°, in Richtung l' ein, so hat sich die Lage des Kreuzes gegen vorhin um 45° verschoben, es hat die Lage des schwarzen Kreuzes in Fig. 1b. Dasselbe ist der Fall für die Richtungen l'', l''' und l''''. Besitzt der einfallende Strahl eine Zwischenstellung zwischen l_1 und l', so haben auch die Kreuzarme eine Mittellage, und durch allmähliches Hinüberrücken der Lichtquelle von l_1 nach l' geht auch das Kreuz aus der Richtung 1*a* (Fig. 1) allmählich in die Richtung 1*b* über.

Fällt der Lichtstrahl in Richtung l_1 ein, aber nicht unter 45°, sondern unter irgend einem anderen Winkel, so ändert das Kreuz seine Lage nicht. Denkt man sich eine durch l_1 und l_2 gehende, auf der Zeichnungsfläche senkrechte Ebene, lässt man den Lichtstrahl zuerst in Richtung l_1 in die Zeichnungsfläche einfallen, dreht man ihn dann in der dazu senkrechten Ebene um 180°, bis er in Richtung l_2 wieder in der Zeichnungsfläche einfällt, so ändert sich wohl die Deutlichkeit, nicht aber die Lage des Kreuzes. Dasselbe trifft für alle übrigen Einfallsrichtungen zu, so dass wir ganz allgemein sagen können: für die Einfallswinkel 0° und 90° und für die benachbarten Werte ist das Kreuz nicht sichtbar.

II. Lässt man das Licht konstant in Richtung e (Fig. 2) einfallen, bringt man aber die Augenachse abwechselnd in die Stellungen l_1, l_2 . . . l', l'', . . . so beobachtet man genau dasselbe wie vorhin.

Auch unter dem Mikroskop ist die Erscheinung bei nicht zu starker Vergrösserung leicht sichtbar, wenn der Spiegel aus der optischen Achse des Instrumentes herausgerückt wird. Indem man durch Veränderung der Spiegelstellung den einfallenden Strahlen die Richtungen l_1 l_2 . . . l' l'' . . . gibt, kann man die Lage des Kreuzes beliebig ändern.

Nach der Feststellung der eben mitgeteilten Beobachtungstatsachen ist die Erklärung naheliegend. Im Fall I, in welchem das Auge senkrecht über der Zellfläche sich findet, müssen jene Wände z am hellsten erscheinen, die am stärksten beleuchtet sind. Fällt das Licht in Richtung l_1 ein, so werden natürlich die Wände, welche die Richtung l_3 l_4 besitzen, am stärksten beleuchtet, und wir müssen daher ein helles Kreuz sehen, dessen Arme mit den Richtungen l_1 l_2 und l_3 l_4 zusammenfallen. Da die Zahl der Wände, welche die genannte Lage besitzen, gegen den Rand der Scheibe hin grösser wird, so erklärt es sich auch, dass die Arme des Kreuzes an der Peripherie breiter sind als im Zentrum. Unter dem Mikroskop ist das Aufleuchten dieser Wände direkt zu beobachten. Fällt das Licht in Richtung l_2 ein, so erhalten wieder dieselben Wände die stärkste Beleuchtung, und es muss daher auch das Kreuz die ursprüngliche Lage beibehalten. Erfolgt der Einfall des Lichtes in Richtung l_3 oder l_4, so werden diejenigen Wände am stärksten beleuchtet, die auf den vorhin genannten senkrecht stehen; das Kreuz ändert daher seine Lage nicht. Für die Einfallsrichtungen l', l'', l''', l'''' hat das Kreuz dieselbe Lage, die aber gegen die vorherige um 45° verschoben ist; es ergibt sich das ohne weiteres, wenn man die eben ausgeführte Betrachtung auf diesen Fall ausdehnt. Dass beim Einfallswinkel Null kein Kreuz auftritt, so lange man das Auge senkrecht über der Zellfläche hält, ist klar, da dann alle Wände gleich stark beleuchtet sind und in das Auge gleich viel Licht senden. Sobald man das Auge aber seitlich verschiebt, so dass die Augenachse mit der Zellfläche einen spitzen Winkel bildet, senden jene Flächen am meisten Licht ins Auge, die auf der durch Augenachse und Einfallslot gelegten Ebene senkrecht stehen. Hat die Augenachse die Richtung l_1, so sind es die zur Richtung l_3 l_4 parallelen Flächen, und es fallen daher die Arme des Kreuzes in die Richtungen l_1 l_2 und l_3 l_4. Dieselbe Lage hat das Kreuz natürlich, wenn die Augenachse die Richtungen l_2, l_3 oder l_4 besitzt, wenn sie aber mit l', l'', l''' oder l'''' zusammenfällt, sind die Arme des Kreuzes um 45° verschoben.

Die Beobachtungstatsachen erhalten also auf diese Weise ihre einfache Erklärung.

Lässt man Licht in bestimmter Richtung auf das Zylinderglas fallen, an dem die Erscheinung zuerst gesehen wurde, so werden unter denselben Versuchsbedingungen auch dieselben Bilder erhalten wie im vorigen Fall.

Es ist klar, dass andere, ähnlich gebaute Objekte dieselbe Erscheinung zeigen müssen.

Ich hielt es für angezeigt, diese Beobachtungen mitzuteilen, da ich die Erscheinung in der Literatur nicht erwähnt fand, und weil ich daher annehmen durfte, dass sie nicht bekannt oder doch zum mindesten noch nicht erklärt ist. Zwar hat KNY in einer Abhandlung über das Wachstum des Thallus von *Coleochaete scutata*[1]) die Alge an vertikalen Glaswänden kultiviert und selbst mit Licht von bestimmter Richtung operiert, er erwähnt aber die Kreuzbildung nirgends.

Freiburg (Schweiz), Botanisches Institut.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Optische Erscheinung an *Coleochaete*-Scheiben. Das Kreuz hat verschiedene Stellung (1*a*, 1*b*), je nach der Richtung des auffallenden Lichtes.
„ 2. Stück eines Schnittes durch die Zellscheibe; schematisiert.
„ 3. Anordnung der Zellen in der *Coleochaete*-Scheibe; schematisiert.

---

[1]) L. KNY, Das Wachstum des Thallus von *Coleochaete scutata* in seinen Beziehungen zur Schwerkraft und zum Lichte. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. 1884, S. 93. Nach einer nachträglichen freundlichen Mitteilung des Herrn Geheimrat KNY wurde von ihm diese Erscheinung damals nicht beobachtet.

34. W. Palladin: Über den verschiedenen Ursprung der während der Atmung der Pflanzen ausgeschiedenen Kohlensäure.

Vorläufige Mitteilung.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 10. Juni 1905.

Die Entdeckung der Enzyme der Alkoholgärung im Presssafte der Hefe durch E. BUCHNER hat eine Reihe interessanter Untersuchungen in der Physiologie hervorgerufen. Die Acetonmethode[1]) hat auch eine grosse Bedeutung für die Untersuchung der Enzyme gehabt, aber sie genügt nicht für alle Objekte: die höheren Pflanzen enthalten viel Wasser, und man würde bessere Resultate erhalten, wenn man, um sie zu töten, anstatt Aceton niedrige Temperaturen anwendete. Interessante Resultate erhält man durch Benutzung von niedrigen Temperaturen beim Untersuchen der Atmungsenzyme der Samenpflanzen. So haben in den Untersuchungen von Fräulein T. KRASNOSSELSKY[2]), die auf meinen Vorschlag ausgeführt waren, die gefrorenen Zwiebeln von *Allium Cepa* nach dem Auftauen grosse Kohlensäuremengen ausgeschieden; dieses zeigt, dass die Zwiebeln „getötet“ waren und nicht „gestorben“[3]). In den unten beschriebenen Versuchen wurde folgende Kältemischung benutzt: Salpetersaures Ammoniak, Kochsalz und Schnee oder Eis[4]). Man legte die Pflanzenteile in Probiergläser von 95—100 *ccm* Inhalt, die mit Kautschukpfropfen geschlossen waren. Nach kurzer Zeit sank die Temperatur bis — 20° und niedriger.

Die Entdeckung von BUCHNER hatte die Aufmerksamkeit der Forscher so ausschliesslich auf die Enzyme des Presssaftes gelenkt, dass man die ausgepresste Substanz ausser Acht liess. Man vergass, dass ein unlöslicher Teil des Protoplasmas in dieser Substanz bleibt, und vielleicht auch Enzyme, die im Presssafte unlöslich sind. Die Arbeit von NICLOUX[5]) zeigt, dass das Enzym, das die Fette in Samen von *Ricinus* spaltet, unlöslich im Presssaft und dazu eng mit dem Protoplasma verbunden ist.

---

1) E. BUCHNER, Die Zymasegärung. 1903, S. 265.

2) T. KRASNOSSELSKY. Diese Berichte 1905, S. 142.

3) TROMMSDORF. Centralblatt für Bakteriologie, II. Abt, 1902, S. 87.

4) WELTHER, Tiefe Temperaturen.

5) NICLOUX. Comptes rendus CXXXVIII, 1904, S. 1352.

Es lässt sich die Frage aufwerfen, ob die Pflanzenatmung nur von den Prozessen enzymatischer Natur abhängt oder auch von dem Protoplasma unmittelbar. In manchen meiner Untersuchungen wollte ich beweisen, dass die Atmungsenergie der Pflanzen von der Menge der Nukleoproteïde abhängt, d. h. von der Menge des Protoplasmas[1]). Meine letzten Untersuchungen brachten mich zu der Folgerung, dass die Atmungskohlensäure der Pflanzen wenigstens dreifachen Ursprung hat. Ich unterscheide: 1. Nukleokohlensäure, d. h. die Kohlensäure, welche zum Teil durch im Presssaft unlösliche, zum Teil lösliche, mit dem Protoplasma verbundene Enzyme hervorgerufen wird. 2. Reizkohlensäure, d. h. die Kohlensäure, welche von dem Protoplasma selbst (wie es scheint unmittelbar) unter der Wirkung verschiedener Reize gebildet wird. 3. Oxydasekohlensäure, d. h. die Kohlensäure, welche durch verschiedene Oxydasen (Katalase, Oxydase usw.) hervorgerufen wird.

Die folgenden Versuche zeigen, dass in einigen Fällen der Presssaft bedeutend weniger Kohlensäure ausscheidet als der ausgepresste Kuchen. Die Untersuchung von BURLAKOW[2]), welche auf meinen Vorschlag gemacht war, zeigt, dass Weizenkeimlinge[3]) sehr energisch atmen. Eine bestimmte Quantität der Keimlinge atmete zehnmal so energisch wie dieselbe Quantität der Weizenkörner. Wider Erwarten fand dagegen KOVCHOFF[4]), dass 100 *ccm* Presssaft aus Weizenkeimlingen nur Spuren von Kohlensäure ausscheiden.

Versuch I.

Die Weizenkeime werden während 10 Stunden in Wasser gehalten, darauf brachte man sie zum Erfrieren. Zum Auftauen wurden sie in dünner Schicht während 2 Stunden unter einer Glasglocke in Toluoldämpfen gehalten. Dann wurden 34 *g* Weizenkeime in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt, durch welchen die mit Toluoldämpfen gesättigte Luft gezogen wurde.

2 Stunden (21°)	46,0 *mg* CO_2
2 „	46,0 „ „

Versuch II.

Die Weizenkeime waren 10 Stunden in Wasser gehalten, darauf erfroren und in einem Mörser zerrieben. Ein Teil des Saftes wurde abgepresst und die übrige Masse mit Aceton bearbeitet. 12 *g* des Acetonpräparates + 50 *ccm* 20prozentiger Glukose haben während 4 Stunden 21,6 *mg* CO_2 ausgeschieden.

---

1) W. PALLADIN. Revue générale de botanique, 1893, S. 449; 1896; 1899, S. 81.
2) BURLAKOW. Arbeiten der Charkower Naturf. Ges. XXXI, 1897.
3) Zu beziehen bei MAGGI, Zürich, Stadtmühle.
4) Noch nicht publizierte Arbeit.

Beide Versuche zeigen, dass die Kohlensäureausscheidung nicht vom Presssaft abhängt, da der Saft nur geringe Kohlensäuremengen ausschied, sondern von der festen Substanz, d. h. von dem unlöslichen Enzyme.

Versuch III.

Man presst aus erfrorenen Zwiebeln von *Gladiolus Lemoineï*[1]) den Saft. Die ausgepresste Substanz und der Saft haben folgende Mengen von Kohlensäure während 21 Stunden ausgeschieden:

50 *ccm* Saft	50 *ccm* Saft + 10 *g* der ausausgepressten Substanz	60 *ccm* 10proz. Glykose + 10 *g* der ausgepressten Substanz + 1 *g* NaCl
2,0 *mg* CO_2	11,8 *mg* CO_2	12,2 *mg* CO_2

Auf Grund solcher Versuche kommt man zu folgendem Schlusse: Ein Teil der von den Pflanzen ausgeschiedenen Kohlensäure rührt von dem Enzyme her, das dicht mit dem Protoplasma verbunden und im Presssafte unlöslich ist. Aceton und niedere Temperaturen töten zwar das Protoplasma, heben aber die Arbeitstätigkeit der Enzyme nicht auf.

Je mehr Protoplasma eine Pflanze oder ein pflanzliches Organ enthält, desto grösser wird die Kohlensäureausscheidung bei sonst gleichen Bedingungen. Die Menge der Nukleoproteïde hängt aber von der Menge des Protoplasmas ab. Wenn man die Resultate der Untersuchungen von SMIRNOFF[2]), KOVCHOFF[3]) und KRASNOSSELSKY[4]) zusammenstellt, sieht man, dass die durch Enzyme der abgetöteten Pflanzen ausgeschiedene Kohlensäure von der Menge der Nukleoproteïde abhängt. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in Fig. 1 dargestellt. Die Kurve (*b*) der Atmung der erfrorenen Zwiebeln ist ganz gleich der Kurve (*a*) der Nukleoproteïdenmenge.

Auf Grund dieser Ergebnisse schlage ich vor, die CO_2, welche durch Enzyme des Protoplasmas erzeugt wird und deren Menge von der Menge der Nukleoproteïde abhängig ist, Nukleokohlensäure zu nennen. Das Enzym selbst schlage ich vor Karbonase zu benennen. Spätere Untersuchungen müssen zeigen, in welcher Beziehung die Karbonase zu den Enzymen der Alkoholgärung steht. Karbonase unterscheidet sich von diesen Enzymen dadurch, dass sie von Kieselguhr vollkommen absorbiert wird. So hat z. B. Fräulein KRASNOSSELSKY[5]) gefunden, dass 100 *ccm* Presssaft aus verletzten und erfrorenen Zwiebeln ohne Kieselguhr dargestellt während 27 Stunden 31,2 *mg* CO_2 ausgeschieden haben. Aber 100 *ccm* Presssaft aus den-

---

1) Von SCHILPZAND und ZONEN. Hillegom bei Haarlem.

2) SMIRNOFF. Revue gén. de Botanique, 1903, p. 28.

3) KOVCHOFF. Revue gén. de Botanique, 1902, p. 459.

4) KRASNOSSELSKY. Diese Berichte 1905, Versuch V, S. 150.

5) KRASNOSSELSKY. Diese Berichte 1905, S. 152.

selben Zwiebeln mit Kieselguhr dargestellt haben während derselben Zeit nur 2,0 *mg* CO_2 ausgeschieden.

Maximow[1]) und Krasnosselsky haben gefunden, dass Presssaft von *Aspergillus niger* und aus erfrorenen verletzten Zwiebeln von *Allium Cepa* sowohl in normaler, als auch in Wasserstoffatmosphäre gleiche Kohlensäuremengen ausscheidet. Dieselben Resultate erhielt ich ebenfalls im Folgenden.

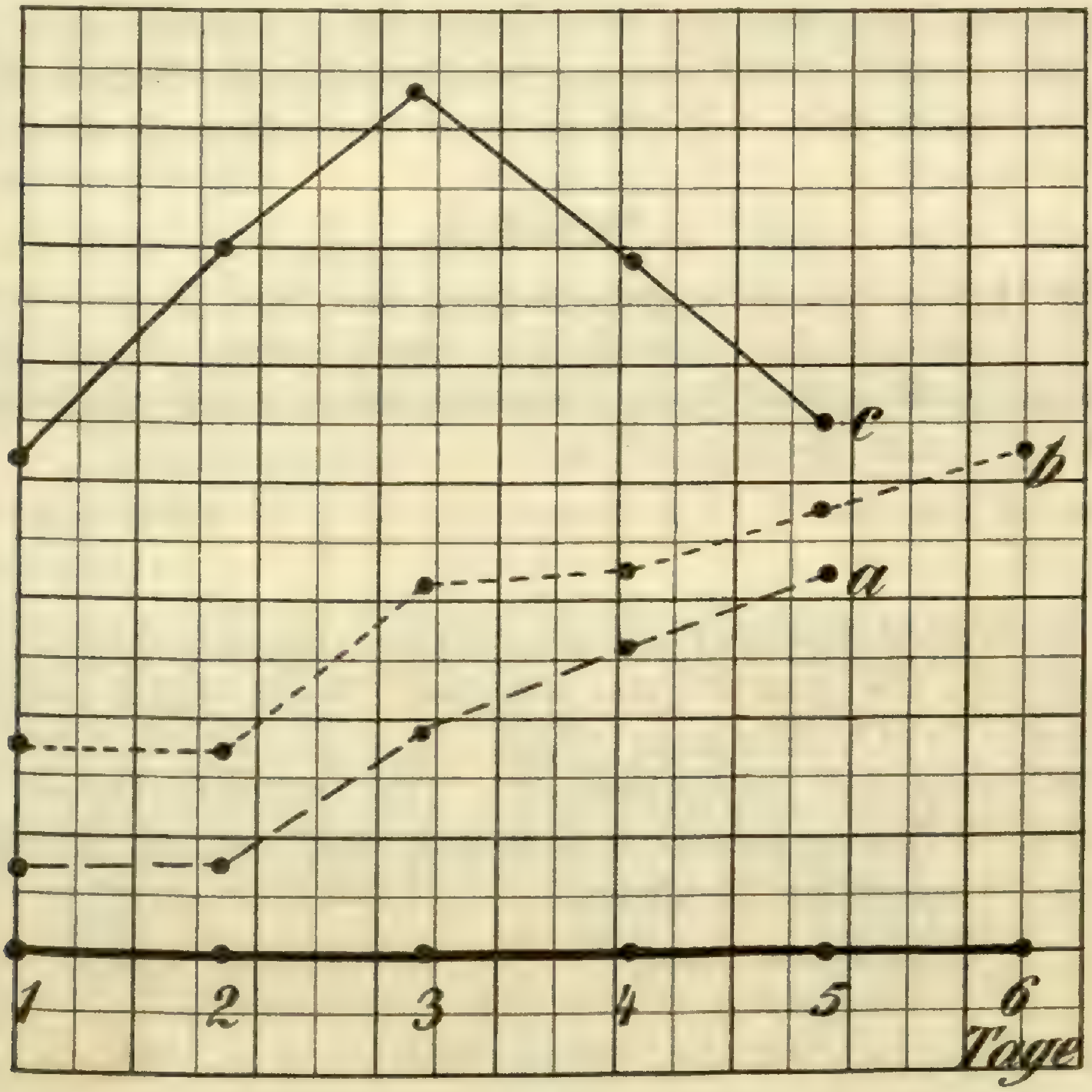


Fig. 1.
a Nukleoproteïdenbildung in verletzten Zwiebeln von *Allium Cepa* nach Kovchoff. *b* Die Kohlensäureausscheidung der verletzten und erfrorenen Zwiebeln nach Krasnosselsky. *c* Die Kohlensäureausscheidung der verletzten Zwiebeln nach Smirnoff.

Versuch IV.

Presssaft aus erfrorenen Gipfeln etiolierter Stengel von *Vicia Faba*. Zwei Portionen je 37 *ccm*. Der Versuch dauerte zwei Stunden. Temperatur 21° C.

1. Luft	8,0 *mg* CO_2
2. Wasserstoff. . . .	8,0 „ „

Also die Karbonase bewirkt eine exothermische Reaktion der Kohlensäurebildung ohne Teilnahme des Sauerstoffes.

---

[1] Maximow. Diese Berichte 1904, S. 225.

Wenn die Nukleokohlensäure durch ein mit dem Protoplasma verbundenes Enzym gebildet wird, so wird die Reizkohlensäure, wie es scheint, durch das Protoplasma selbst gebildet. MORKOWIN[1]) fand, dass die Gipfel etiolierter Stengel von *Vicia Faba*, welche auf einer Zuckerlösung mit salzsaurem Chinin kultiviert waren, zweimal energischer atmeten als gleiche Gipfel, die auf Zucker allein kultiviert waren. Ausserdem hatte noch ZALESKI[2]) gefunden, dass die Zwiebeln von *Gladiolus*, nachdem sie der Ätherwirkung unterworfen waren, drei- bis viermal soviel atmeten als normale Zwiebeln. Die genannten Objekte habe ich für meine Untersuchungen ebenfalls benutzt.

Versuch V.

Die Gipfel der etiolierten Stengel von *Vicia Faba* wurden in zwei Portionen geteilt. Jede Portion wurde während zwei Tage im Dunkelraum auf einer 10prozentigen Saccharoselösung kultiviert. Sie schieden folgende Mengen CO_2 aus:

Dauer des Versuches	1. Portion (11,81 *g*)	2. Portion (11,20 *g*)
2 Stunden (19—20°)	11,4 *mg* CO_2	11,0 *mg* CO_2

Darauf wurden beide Portionen im Dunkelraum während 21 Stunden gehalten, die erste Portion auf einer 10prozentigen Saccharoselösung + 0,05 pCt. salzsaures Chinin und die zweite Portion auf einer 10prozentigen Saccharoselösung ohne Chinin. Darauf wurde wiederum die Atmungsintensität bestimmt. Der Versuch dauerte zwei Stunden. Temperatur 19—20°.

1. Portion (mit Chinin)	2. Portion (ohne Chinin)
21,4 *mg* CO_2	11,3 *mg* CO_2

Man sieht, dass die ohne Chinin gehaltene Kultur dieselbe Menge Kohlensäure ausschied wie im ersten Versuche. In der Kultur mit Chinin wurde die CO_2-Ausscheidung zweimal so gross als früher.

Darauf wurden beide Portionen während 21 Stunden zum Erfrieren gebracht. Die erfrorenen Gipfel wurden, ohne sie zu zerkleinern, in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Durch die V-förmige Röhre mit den erfrorenen Gipfeln wurde mit Toluoldämpfen gesättigte Luft gezogen. Temperatur 18,5—20°.

Dauer des Versuches	Mit Chinin	Ohne Chinin
6 Stunden	23,2 *mg* CO_2	21,6 *mg* CO_2
19 „	14,0 „ „	16,0 „ „
	37,2 *mg* CO_2	37,6 *mg* CO_2

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden.

---

1) MORKOWIN. Revue gén. de Botanique 1901, S. 215.

2) ZALESKI, Zur Frage über die Wirkung der Reize auf die Atmung der Pflanzen. Warschau 1902. (Russisch.)

Nach dem Tode des Protoplasmas schieden beide Portionen gleiche Kohlensäuremengen aus. Daraus sieht man, dass Chinin unmittelbar das Protoplasma stimulierte und dass nach seinem Tode die gesteigerte Ausscheidung der Kohlensäure aufhörte.

Versuch VI.

Am 11. April wurden zwei Portionen Zwiebeln von *Gladiolus Lemoinei* genommen. Jede Portion bestand aus 12 Zwiebeln. Sie schieden folgende CO_2-Mengen aus:

Dauer des Versuches	1. Portion (166 *g*)	2. Portion (165 *g*)
2 Stunden (21–22°)	28,4 *mg* CO_2	23,2 *mg* CO_2

Nach dem Versuche wurden die Zwiebeln, wie es ZALESKI machte, unter Glasglocken (7,5 *l* Inhalt) gebracht und dort während 18 Stunden die erste Portion mit 8 *ccm* Äther, die zweite Portion ohne Äther gehalten. Darauf schieden sie folgende Mengen CO_2 aus:

Dauer des Versuches	Mit Äther	Ohne Äther
1 Stunde 30 Minuten (20–21°)	41,6 *mg* CO_2	18,8 *mg* CO_2
1 „ 30 „ (20–21°)	40,4 „ „	18,0 „ „

Also Äther hat die Atmungsenergie sehr erhöht. Nach dem Versuche wurden die Zwiebeln in je vier Teile zerschnitten (um sie in die Probiergläschen legen zu können) und während $18^1/_2$ Stunden zum Erfrieren gebracht. Die erfrorenen Zwiebeln wurden in den PETTENKOFER'schen Apparat gelegt. Die Luft wurde mit Toluoldämpfen gesättigt und durch den Apparat gezogen.

Dauer des Versuches	Mit Äther	Ohne Äther
6 Stunden	24,2 *mg* CO_2	18,6 *mg* CO_2
18 „	17,4 „ „	19,6 „ „
	41,6 *mg* CO_2	38,2 *mg* CO_2

Es wurde keine CO_2 mehr ausgeschieden. Die Resultate sind dieselben wie in dem oben beschriebenen Versuche. Nach dem Tode des Protoplasmas schieden beide Portionen gleiche Kohlensäuremengen aus.

Ein typisches Zeichen des Lebens ist die Fähigkeit, auf Reize zu reagieren. Die durch Reize hervorgerufene Kohlensäure kann als Zeichen der Empfindlichkeit des Organismus gegen äussere Agentien dienen. Nach dem Erlöschen des Lebens, nach dem Tode des Protoplasmas, endet auch diese Kohlensäureausscheidung. Solch eine eng mit dem Leben des Protoplasmas verbundene Kohlensäure nenne ich Reizkohlensäure.

Die Verletzung der Zwiebeln von *Allium Cepa* bewirkt nach SMIRNOFF eine starke Ausscheidung von Kohlensäure. Diese Kohlensäure ist meistenteils Reizkohlensäure (Fig. 1, *c*). In den erfrorenen Zwiebeln hat KRASNOSSELSKY keine solche Kohlensäure gefunden.

Die Kurve hat eine ganz andere Form bekommen (Fig. 1, *b*). Diese letzte ist ganz gleich der Kurve der Nukleoproteïde. Folglich ist die Kohlensäure der lebenden verletzten Zwiebel in den ersten Tagen nach ihrer Verletzung meistenteils Reizkohlensäure und nur später vorzugsweise Nukleokohlensäure.

Es gibt in dem Presssafte auch manche andere Erzeugnisse, die Kohlensäure ausscheiden. Ein Teil dieser Kohlensäure entsteht durch die Tätigkeit der Gärungsenzyme. Ein anderer Teil ist das Erzeugnis der verschiedenen Oxydasen (Katalyse, Peroxydase, Hyperoxydase usw.). Diese letzte Kohlensäure nenne ich Oxydasekohlensäure.

Versuch VII.

Der abfiltrierte Presssaft aus den erfrorenen Zwiebeln von *Gladiolus Lemoineï* wurde in fünf Portionen von je 50 *ccm* geteilt. Zu drei von ihnen wurde 3 pCt. H_2O_2 hinzugefügt, zu den zwei letzten 20 pCt. Pyrogallusssäure und 3 pCt. H_2O_2[1]. Man erhielt folgende CO_2-Mengen:

Portionen	Zugefügte Stoffe	Dauer des Versuchs	Menge der CO_2 in *mg*
1	5 *ccm* H_2O_2	2 Stunden 30 Minuten	7,0
	5 *ccm* H_2O_2	18 Stunden	6,2
			13,2
2	10 *ccm* H_2O_2	19 Stunden	13,6
3	20 *ccm* H_2O_2	18 Stunden	13,2
4	5 *ccm* $C_6H_6O_3$	40 Minuten	0,0
	10 *ccm* H_2O_2	2 Stunden 25 Minuten	58,4
	—	30 Minuten	0,0
	10 *ccm* H_2O_2	19 Stunden 25 Minuten	23,3
	—	25 Minuten	0,0
	10 *ccm* H_2O_2	1 Stunde	0,0
	5 *ccm* $C_6H_6O_3$	3 Stunden	0,0
			81,7
5	10 *ccm* $C_6H_6O_3$	40 Minuten	0 0
	10 *ccm* H_2O_2	2 Stunden 25 Minuten	53,6
	—	30 Minuten	0,0
	10 *ccm* H_2O_2	19 Stunden 25 Minuten	28,8
	—	25 Minuten	0,0
	10 *ccm* H_2O_2	1 Stunde	0,0
	10 *ccm* $C_6H_6O_3$	3 Stunden	0,0
			80,4

---

[1] Ein Versuch mit Pyrogallussäure war von Fräulein GRIGORIEW ausgeführt.

Aus diesem Versuche sieht man, dass der Presssaft aus den Zwiebeln von *Gladiolus Lemoineï*, welcher nur Spuren von Kohlensäure ausscheidet (Versuch III), nach dem Zufügen von H_2O_2 grosse CO_2-Mengen auszuscheiden anfing. Der Überschuss von H_2O_2 wirkt aber auf die CO_2-Ausscheidung des Saftes nicht. Diese CO_2-Ausscheidung wird noch grösser, wenn man ausser H_2O_2 noch Pyrogallussäure hinzufügt¹). Diese Erscheinung kann man durch die im Safte befindlichen Enzyme erklären, die durch Kochen des Saftes vernichtet werden. Das Zufügen der Pyrogallussäure und H_2O_2 kann zur quantitativen Messung der Menge der im Safte existierenden Oxydasen dienen.

Dies ist mein Schema der Pflanzenatmung. Spätere Untersuchungen müssen vieles in ihm verbessern und ergänzen. Der Prozess, welcher das Pflanzen- und Tierleben charakterisiert, besteht in der Nukleokohlensäureausscheidung, welche ohne Teilnahme des Luftsauerstoffes durch Spaltung gebildet wird. Also die intramolekulare Atmung ist eine primäre Erscheinung. Die Kohlensäure der intramolekularen Atmung ist vorzugsweise Nukleokohlensäure und in einigen Fällen auch Reizkohlensäure²). Aber die Alkoholgärung ist nach den letzten Untersuchungen³) keine einfache Erscheinung. Alkohol als Endprodukt der Alkoholgärung wird gebildet durch die Arbeit mehrerer Enzyme. Aus einigen Tatsachen, die von KOSTYTSCHEW⁴) festgestellt sind, sieht man, dass zwischen intramolekularer Atmung und Alkoholgärung ein Unterschied ist.

Die ausführliche Arbeit wird an einem anderen Orte publiziert werden.

St. Petersburg, Pflanzenphysiolog. Institut der Universität.

---

1) BERTRAND. Annales de chim. et de phys., 7. série, XII. t, 1897, p. 115.

2) Bei Reizwirkungen. Z. B. MORKOWIN, diese Berichte 1903, S. 72.

3) Literatur bei E. BUCHNER und J. MEISENHEIMER. Berichte der Chem. Gesellschaft, XXXVIII, 1905, S. 620.

4) KOSTYTSCHEW. Centralblatt für Bakteriologie, II. Abt., XIII, 1904, S. 490.

35. Ludwig Hecke: Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand.

Mit Tafel VIII.

Eingegangen am 13. Juni 1905.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich über meine Versuche berichtet, welche dartun, dass ausser der bisher bekannten Infektionsart des Getreides durch Brandpilze, welche in einer Infektion der jungen Keimpflanze besteht, noch eine andere eigenartige Infektionsweise beim Flugbrand vorkommt, welche sowohl in wissenschaftlicher wie in praktischer Beziehung die grösste Beachtung verdient. Bei dieser Art der Infektion gelangen Flugbrandsporen bereits in der Blüte des Getreides zur Keimung und infizieren den Fruchtknoten, so dass im nächsten Jahr aus solchen Früchten ohne Ausseninfektion brandige Pflanzen entstehen. Es sprechen sehr viele Momente dafür, dass diese Art der Infektion, wenigstens für gewisse Brandarten, in der Natur eine grössere Rolle spielt als die Infektion der Keimpflanzen. BREFELD[2]) hatte kurz vor mir die gleiche Tatsache konstatiert und durch exakte Infektions- und Anbauversuche bewiesen. Wenn auch nach diesen Versuchen an dem Bestehen einer Blüteninfektion nicht gezweifelt werden kann, so muss doch zur völligen Klarstellung der neuen Theorie auch der anatomische Nachweis des Pilzes von der Infektion angefangen bis zu seinem Erscheinen in der jungen Pflanze gefordert werden. Insbesondere mit Rücksicht auf die Mycoplasmahypothese ERIKSSON's bei den Rostpilzen halte ich diesen Nachweis für bedeutungsvoll, da es sich in beiden Fällen um den bisher einzig dastehenden Fall eines im Samen vorhandenen Krankheitskeimes handelt[3]).

Zunächst habe ich es versucht, den Pilz in der ausgereiften Getreidefrucht nachzuweisen. Zu diesem Zwecke wurden — wie bei den früheren Versuchen — eine grössere Anzahl von Getreideblüten mit Brandsporen bestäubt, zu einer Zeit, da der Fruchtknoten noch ganz unentwickelt und die Narben noch frisch waren. Vorläufig

---

1) Zeitschrift für das landw. Versuchswesen in Österreich 1904, Nr. 1.

2) Nachrichten aus dem Klub der Landwirte zu Berlin 1903, Nr. 466.

3) Beim Loliumpilz, der aber nicht eigentlich als Krankheitserreger zu bezeichnen ist, liegt wohl ein analoger Fall vor. Die Annahme, dass der Loliumpilz ein Brandpilz ist, findet durch die vorliegende Untersuchung eine Stütze.

wurde nur Gerste, welche mit *Ustilago Hordei* infiziert worden war, weiter untersucht. Die normal ausgereiften Früchte wurden zunächst entspelzt (z. T. wurde auch nackte Gerste verwendet), dann in 1 ‰ Sublimatlösung gründlich gewaschen und in einprozentiger Formalinlösung kurze Zeit (wenige Minuten) gebeizt; dann 24 Stunden gequellt und in den sterilisierten Keimapparat gebracht, um dann in verschiedenen Entwickelungsstadien untersucht zu werden.

Schon bei den jüngsten Keimungsstadien, bevor der Keimling noch die Fruchtschale gesprengt hatte (44 Stunden nach der Beize) liess sich der Brandpilz in Mycelform im Embryo nachweisen. In Fig. 1 ist ein Embryo abgebildet, welcher seine Entwickelung eben begonnen hat; schon in diesem jugendlichen Stadium sind zahlreiche Mycelstücke in den Längschnitten zu finden. Besonders reichlich sind sie im Scutellum vorhanden, sind aber auch schon in der nächsten Nähe des Vegetationskegels anzutreffen; in einem Falle wurden sie auch in der ersten Blattanlage aufgefunden. Mitunter findet sich Mycel nur im Scutellum vor.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass dieses Mycel, welches mit ziemlicher Sicherheit als Brandpilzmycel zu bezeichnen ist, von der Blüteninfektion herrührt, da es nur in infizierten Früchten zu finden war und eine nachträgliche Infektion bei der Keimung durch die fungicide Behandlung der entspelzten Körner vollständig ausgeschlossen ist; überdies ist der junge Keimling noch in der Fruchtschale eingeschlossen, so dass ein Eindringen von Keimschläuchen während der kurzen Zeit des Quellens und Keimens jedenfalls nicht möglich ist.

Das Mycel findet sich in Form einzelner Fadenstücke und ist in Fig. 1 durch kleine Schlangenlinien angedeutet, welche annähernd die Menge angeben. Weit reichlicher ist Mycelium in späteren Entwicklungsstadien zu finden. Fig. 3 ist ein Keimling, dessen Blattkeim 6 *mm* lang geworden war. Die grösste Menge Mycel ist im Scutellum vorhanden, besonders durchzieht es den oberen Teil (*sc.* Fig. 3), von wo es entlang des Gefässbündels leicht zu verfolgen ist; es biegt mit diesem gegen den Blattkeim ein und dringt bis gegen die Vegetationsspitze vor. Die Verteilung des Mycels ist in Fig. 3 nur andeutungsweise eingezeichnet. Fig. 2 stellt die Vegetationsspitze dieses Keimlings dar. Das Mycel ist nahe dem Vegetationskegel an der Grenze der Blattanlage reichlich entwickelt; hier ist es mehr fädig, während im Scutellum einzelne „Mycelnester“ sich finden, in welchen die Hyphen vielfach verknäult und gewunden sind; besonders in der Nähe der Saugzellen (*s*) waren solche Nester häufiger vorhanden (Fig. 4). Zwischen den Saugzellen selbst konnte Mycel nur in seltenen Fällen nachgewiesen werden. Ob der Pilz auch im Endosperm enthalten ist, kann ich vorläufig nicht angeben, da meine bisherigen

Untersuchungen sich auf den vom Endosperm losgelösten Embryo beschränken.

Zur vollständigen Klarlegung der Entwickelung des Pilzes muss allerdings noch sein Verhalten nach dem Eindringen in den jungen Fruchtknoten und seine Überwinterung im Samen in lückenlosem Zusammenhang untersucht werden; ich hoffe in einer folgenden Abhandlung diese noch offenen Fragen anatomischer Natur ausführlich darstellen zu können. Auch jetzt schon kann aber mit Sicherheit behauptet werden, dass sich der Brandpilz infolge der Blüteninfektion im Embryo des ungekeimten Saatkornes in Form von Mycelium vorfindet, und es findet damit die Theorie der Blüteninfektion ihre strenge anatomische Begründung.

Wien, im Juni 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Embryo einer 44 Stunden gequellten Gerstenfrucht, welche aus einer mit *Ustilago Hordei* infizierten Blüte sich entwickelt hat. *sc.* Scutellum, *s* Saugzellenschicht, *m* Mycelium. Vergr. 20.

„ 2. Die Vegetationsspitze (*v*) von Fig. 3 mit dem Brandmycel. Vergr. 665.

„ 3. Keimling, dessen Blattkeim 6 *mm* lang ist; sonst wie Fig. 1. Vergr. 30.

„ 4. Mycelium im Schildchen in der Nähe der Saugzellschicht *s*. Vergr. 665.

---

36. N. Gaidukov: Über die Eisenalge Conferva und die Eisenorganismen des Süsswassers im allgemeinen.

Eingegangen am 26. Juni 1905.

In der zweiten Hälfte des Juni 1904 habe ich in vielen Gräben und Teichen des Überschwemmungsgebietes des Flusses Ocka bei der Stadt Rjasan viele roströtliche Watten der *Conferva* beobachtet. Diese Watten bestanden aus stark mit Eisen bedeckten, 5—8 μ dicken Fäden. In vielen dieser Fäden war eine Akinetenbildung zu beobachten. Diese *Conferva* stand in ihrem Habitus zwischen *Conferva martialis* Hanst. und *Conferva tenerrima* Ktz.[1]).

Die genannten Watten legte ich in ein Gefäss zusammen mit dem gelben, stinkenden, stark eisenhaltigen Wasser, in dem sie wuchsen. Das Gefäss befand sich auf einem nach Osten gerichteten Fenster. Schon am nächsten Morgen war das Wasser durch unzählige, aus

---

[1]) S. DE TONI, Sylloge Algarum, I, p. 218, 220.

Conferva entstandene Zoosporen grüngefärbt. Die Zoosporen fingen sehr bald an zu keimen, und bei den jungen Pflänzchen waren die Füsschen[1]) sehr gut zu beobachten. Nach ca. $1^1/_2$ Wochen wuchsen aus diesen jungen Pflänzchen längere *Conferva*-Fäden, die zuerst garnicht mit Eisen bedeckt, sondern ganz grün waren und ganz der *Conferva bombycina* (Ag.) Lagerh., besonders *Conferva bombycina* var. *minor* Wille ähnelten. Nach 14 Tagen fingen die Fäden an, sich mit Eisen zu bedecken und Akineten zu bilden. Dabei setzten sich die ganzen Watten der *Conferva* auf den Boden des Gefässes und bildeten dort einen roströtlichen Niederschlag. Zwei Monate lang konnte ich meine Beobachtungen machen, und während dieser ganzen Zeit blieben die Kulturen in demselben Zustande. Doch das erst stinkende, gelbe, schmutzige Wasser wurde ganz klar, farblos und geruchlos und blieb auch die ganze Zeit so. Es ist zu bemerken, dass in den Teichen und Gräben des Überschwemmungsgebietes, dem ich diese *Conferva* entnahm, die Phaenologie der *Conferva* die gleiche war, wie in meiner Kultur: in der zweiten Hälfte des Juni waren die roströtlichen Watten, in der ersten Hälfte des Juli die grünen Watten und Ende Juli war die *Conferva* ganz verschwunden; d. h. ich glaube, dass sie wie in der Kultur auf den Boden gesunken war.

In den mit stark eisenhaltigem Wasser angefüllten Gräben und Teichen des Überschwemmungsgebietes des Flusses Ocka habe ich auch einige andere eisenspeichernde Organismen beobachtet. Aus allen diesen Untersuchungen schliesse ich folgendes:

1. Schon MOLISCH[2]) hat gezeigt, dass die Bildung des Sumpf-, See- und Raseneisenerzes nicht nur den Eisenbakterien zugeschrieben werden darf, sondern auch vielen anderen Organismen. Die Bedeutung der Sumpfeisenerz-Bildung dieser Organismen kann ebenso wichtig sein wie die Eisenbakterien selbst, da einige dieser Organismen sich sehr stark verbreiten können. Ausser den roströtlichen Watten der *Conferva* kann man oft in eisenhaltigen Sumpfteichen grosse, breite, schmutzigrote Schichten, die von der Flagellate *Anthophysa vegetans* (O. F. Müll.) gebildet sind, beobachten. Eine ebensolche Rolle können auch die stark verbreiteten Trachelomonaden, Closterien, andere Desmidiaceen, mehrere Fadenalgen und andere eisenspeichernde Organismen spielen. Aus diesem Grunde kann man mit demselben Rechte nicht nur gewisse Bakterien — Eisenbakterien nennen, sondern man kann auch einige Algen — Eisenalgen, einige Flagellaten — Eisenflagellaten nennen usw. Im allgemeinen kann man die Organismen, für die Eisenspeichern charakteristisch ist, Eisenorganismen nennen.

---

[1]) S. KLEBS, Die Bedingungen der Fortpflanzung, 1895, Taf. II, Fig. 8*c*, *d*.

[2]) Die Pflanze in ihren Beziehungen zum Eisen, 1892, S. 80.

2. MOLISCH[1]) hat sehr richtig gezeigt, dass die Eisenspeicherung der Eisenbakterien nicht ein so notwendiger Lebensprozess ist, wie dies WINOGRADSKI[2]) dachte. Die Richtigkeit der MOLISCH'schen Ansicht ergibt sich schon aus dem Umstande, dass nicht nur Bakterien, sondern auch viele Organismen, wie gezeigt wurde, denselben Prozess durchmachen können. Doch die Art der Eisenspeicherung kann bei den verschiedenen Organismen verschieden sein und kann auf zwei Haupttypen verteilt werden:

I. Die ganz regelmässige Einspeicherung des *Fe* in die Hülle, die der Einspeicherung des *Si* bei den Diatomeen ganz gleich ist. Ein solcher Prozess kommt in den Trachelomonaden-Schalen, der Closterienzellwand usw. vor. Dann sehen wir die Skelette der Trachelomonadenschalen, einiger Closterien usw. in einigen Gewässern fast ebenso oft, wie die Skelette der Diatomeen.

II. Die mehr oder weniger unregelmässige Einlagerung des Eisens meistens auf der Oberfläche des Körpers, die bei der *Conferva*, in den Füsschen der *Anthophysa vegetans* usw. zu beobachten ist.

Zu diesem Typus gehört auch die nicht so charakteristische Eisenspeicherung bei mehreren Fadenalgen (*Cladophora*, *Oedogonium*). Der Prozess der Eisenspeicherung bei den letzteren kann meiner Ansicht nach ganz passiv vor sich gehen, ohne jegliche aktive Beteiligung der Alge selbst; der in grossen Mengen bei dem Prozesse der Kohlensäure-Assimilation entstandene Sauerstoff kann die im Wasser sich befindenden Eisenverbindungen oxydieren, und darum können in der Nähe der Sauerstoff ausströmenden Algen sich die Eisenoxyde bilden[3]). Deshalb können die genannten Algen nicht den echten Eisenorganismen zugezählt werden.

3. Biologisch kann die Speicherung des Eisens in erster Linie als Schutz- und mechanische Vorrichtung erklärt werden. Das ist besonders klar bei der Speicherung des Eisens nach dem ersten Typus. Schon die festen, diatomeenartigen Schalen, in denen sich die Trachelomonaden befinden oder mit denen die Closterien und andere Algen bedeckt sind, zeigen dasselbe. Auch die Füsschen der *Anthophysa vegetans* werden mit Hilfe des Eisens viel fester und haltbarer. Bei der *Conferva* hat die Einspeicherung des Eisens nach meinen Beobachtungen noch einen besonderen Zweck: nämlich um das Ruhestadium dieser Alge zu schützen. Wie ich oben schon sagte, wurden die Fäden des vegetativen Stadiums der *Conferva* ganz eisenfrei, und die Eisenspeicherung trat erst bei der Bildung der Akineten ein. In diesem Zustande sank die *Conferva* auf den Boden. Sehr

---

1) l. c. S. 7.

2) Über Eisenbakterien, Bot. Zeit., 1888, S. 261.

3) Eine ähnliche Oxydation des Eisens habe ich sogar bei solchen Algen (*Spirogyra*, *Mougeotia genuflexa* usw.) beobachtet, bei welchen MOLISCH kein Eisen gefunden hat. Die Rasen dieser Algen sind oft gelb oder rötlich gefärbt.

möglich ist es, dass sie in diesem eisenhaltigen Zustande überwinterte und sich im nächsten Sommer weiter fortpflanzte. Die oben gezeigte Phänologie dieser Alge bestätigt diese Ansicht ganz.

4. Im allgemeinen halte ich den Prozess der Einspeicherung des Eisens ganz analog den Prozessen der Verkalkung oder der Verkieselung. Bemerkenswert ist es, dass die Quantität des in die Pflanzen eingespeicherten Eisens der Quantität des im Wasser befindlichen Eisens entspricht[1]). So bemerkte ich z. B., dass die Schalen der Trachelomonaden in schwach eisenhaltigem Wasser ganz schwach rosa oder gelblich waren, während sie in stark eisenhaltigem Wasser undurchsichtig und schwarzbraun oder schwarzviolett gefärbt waren.

Über den Kreislauf des Eisens im Süsswasser werde ich Näheres in einer anderen Arbeit mitteilen. Jetzt will ich nur folgendes bemerken: Die Tätigkeit der Eisenorganismen im Süsswasser ist mehr nützlich als schädlich. Schon oben sagte ich, dass das stark eisenhaltige, gelbe, stinkende Wasser, nachdem die *Conferva* ihren Entwicklungszyklus durchgemacht hatte, ganz klar, farblos und geruchlos wurde. Die *Conferva* hat das im Wasser befindliche Eisen absorbiert und dabei bei den Prozessen der O-Ausscheidung das Wasser oxydiert. Die Gefahr der Verunreinigung des Wassers, die die Eisenorganismen bringen können, besteht darin, dass bei den Fäulnisprozessen und der mit diesen verbundenen Ausscheidung des H_2S und NH_3 das Eisen desoxydiert wird und auf diese Weise schwarzer Schlamm entsteht. Mehrfach habe ich den durch Eisen rötlich oder gelblich gewordenen Rasen der *Cladophora*, *Mougeotia genuflexa* usw. in feuchtem Zustande in einen Gummisack oder in ein feuchtes Tuch gewickelt und etwa 24 Stunden liegen lassen. Nach dieser Zeit fing die Masse zu faulen an, das bei der Fäulnis entstandene H_2S desoxydierte das Eisen, und auf diese Weise bildete sich schwarzer Schlamm. Diese Masse legte ich in Wasser; und in diesem schlecht riechenden schwarzen Wasser bildeten sich bald Eisenorganismen, die das Eisen wieder oxydiert hatten und nach ihrem Ableben in ihren Skeletten das Eisen behielten. Wie ich in einer anderen Arbeit ausführlich klar legen werde, ist es mir gelungen, das ganz verunreinigte, stinkende und grosse Mengen schwarzen Schlamm enthaltende Wasser nach etwa zwei Monaten ganz rein zu bekommen. Bei dieser Reinigung spielten folgende Organismen die Hauptrolle:

1. die Schwefelbakterien,
2. die Eisenorganismen,
3. die Saprophyten, die die organischen Verbindungen aufsaugten, und
4. die Holophyten, die das Wasser oxydierten.

---

[1]) Vergl. MOLISCH, l. c. S. 16.

37. Ernst Küster: Über den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren.

Eingegangen am 27. Juni 1905.

In einer vorläufigen Mitteilung hat neuerdings SENN[1]) auf den Einfluss hingewiesen, den verschiedene Salze und andere chemische Verbindungen auf die Orientierungsbewegungen der Chlorophyllkörner haben; SENN kommt dabei zu dem Schluss, dass die „Dunkellage der Chlorophyllkörner durch eine ungleiche Verteilung der auf dieselben chemotaktisch wirksamen Stoffe zu erklären“ sei, dass aber „die Lage im Licht, sei es diffus oder intensiv, von Quantität, Intensität und Richtung der Strahlen abhängig ist“ (S. 10). Auf einige Versuche, zu welchen mich SENN's Abhandlung angeregt hat, komme ich vielleicht später nach Erscheinen der angekündigten ausführlichen Publikation zurück. Zunächst möchte ich im Anschluss an SENN's Arbeit nur einige Experimente kurz besprechen, die ich im Frühjahr 1904 und 1905 an den zoologischen Stationen zu Neapel und Rovigno (Istrien) angestellt habe.

An verschiedenen Meeresalgen (*Dictyota*, *Padina* u. a.) lassen sich die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren bequem studieren. Ebenso wie in den Blattzellen von *Funaria* usw. stellen sich auch bei ihnen die Chromatophoren beim Aufenthalt im Dunkeln an die Seitenwände (Profilstellung), bei nicht zu starker Belichtung an die Aussenwand (Flächenstellung[2]). Meine Bemühungen waren dahin gerichtet, unabhängig von Licht und Dunkelheit durch Variation äusserer Bedingungen die „Dunkellage“ und „Lichtlage“ der Chromatophoren hervorzurufen.

Wie bereits frühere Autoren festgestellt haben[3]), werden die Chlorophyllkörner durch Wasserverlust der Zelle veranlasst, an die Seitenwände zu rücken. Auch die Chromatophoren von *Dictyota* und *Padina* reagieren in gleichem Sinne: verbringt man die Pflanzen in

---

1) Die Dunkellage der Chlorophyllkörner. Vortrag, gehalten auf der 87. Jahresversammlung der Schweiz. Naturforsch. Ges. in Winterthur, 30. Juli bis 2. August 1904. Winterthur (J. KAUFMANN's Witwe) 1904.

2) Vergl. A. F. W. SCHIMPER, Untersuchungen über die Chlorophyllkörper und die ihnen homologen Gebilde. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. XVI, 1885, S. 1.

3) Vergl. besonders FRANK, Über die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle und deren innere und äussere Ursachen. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. VIII, 1872, S. 216.

Meerwasser von erhöhter Konzentration (1 pCt. ClNa in Meerwasser gelöst), so streben die Chromatophoren den Seitenwänden zu, auch wenn die Lichtverhältnisse derart sind, dass beim Aufenthalt in Meerwasser von normaler Konzentration die Aussenwände von den Chromatophoren besetzt werden. Zwar tritt nicht an allen Teilen des Thallus die Reaktion mit gleicher Deutlichkeit ein, doch ist überall die „Tendenz" der Chromatophoren, in die Profilstellung zu rücken, leicht erkennbar: an jüngeren Teilen des *Padina*-Thallus — etwa in 1 *cm* Abstand von der Scheitelkante — sind fast alle Chromatophoren sämtlicher Zellen in Profilstellung anzutreffen, in älteren sind die in Flächenstellung verbliebenen Chromatophoren ungleich geringer an Zahl als bei Exemplaren, die unter sonst gleichen Bedingungen in Meerwasser von normaler Konzentration gehalten wurden. — *Dictyota* verhält sich ähnlich wie *Padina* und eignet sich ebenfalls ausgezeichnet dazu, die Bewegung der Chromatophoren, die unter dem Einfluss hypertonischer Lösungen erfolgt, zu demonstrieren.

Die Meeresalgen, die an den Aufenthalt in einer starken Salzlösung angepasst sind, gestatten es, den Einfluss hypotonischer Lösungen auf das Zellenleben ohne besondere Mühe zu studieren. Nachdem sich gezeigt hat, dass bei *Padina* und *Dictyota* hypertonische Lösungen Profilstellung der Chromatophoren hervorrufen, lag es nahe, an denselben Algen den Einfluss hypotonischer Lösungen zu prüfen. Auch durch diese werden bei den genannten Algen — unabhängig von Licht und Dunkelheit — bestimmt gerichtete Bewegungen der Chromatophoren hervorgerufen, welche diese in Flächenstellung bringen. Die Algen wurden in Meerwasser gelegt, das auf $^2/_3$, seltener auf $^3/_4$ seiner ursprünglichen Konzentration verdünnt worden war, und in ihm des Vergleiches halber teils am Licht, teils im Dunkeln belassen. Besonders an Exemplaren von *Dictyota*, die 48 Stunden in verdünntem Meerwasser und im Dunkeln geweilt hatten, war die Reaktion sehr deutlich erkennbar: in den oberflächlichen Zellen der älteren Thallusteile — etwa in 1 *cm* Abstand von der Scheitelzelle — waren fast alle Chromatophoren an die Aussenwand gewandert, einige lagen an der Innenwand und ganz vereinzelte in Profilstellung an den Seitenwänden. Junge Zellen (in unmittelbarer Nachbarschaft der Scheitelzelle) widerstehen dem Einfluss der hypotonischen Lösung besser; auch in ihnen wandern zwar bei Kultur im Dunkeln zahlreiche Chromatophoren an die Aussenwände, aber die Mehrzahl bleibt an den Seitenwänden. Exemplare, die zum Vergleich unter sonst gleichen Bedingungen in unverdünntem Meerwasser und im Dunkeln kultiviert worden waren, zeigten in älteren Zellen — bei 1—1$^1/_2$ *cm* Abstand von der Scheitelzelle — fast alle Chromatophoren in Profilstellung und einige der Innenwand der Zelle angelagert; die Zellen in der unmittelbarsten Nachbarschaft des Scheitels zeigten alle Chromatophoren ausnahmslos in Profilstellung. — Ähnlich wie bei *Dictyota* wirken hypotonische Lösungen auf die Chromatophoren von *Padina.*

Eine Reihe ähnlicher Versuche wurde noch mit *Dictyopteris polypodioides* angestellt, deren Chromatophoren sich auch bei Lichtkultur vielfach noch in Profilstellung zeigen — und zwar nicht nur unmittelbar an den Seitenwänden, sondern auch in den zahlreichen, sehr deutlich sichtbaren Plasmalamellen, welche den Zellsaftraum durchsetzen. Nach Behandlung mit verdünntem Meerwasser gelingt es, auch bei Dunkelkulturen schon nach kurzer Zeit — etwa nach 14 Stunden — zahlreiche Chromatophoren in Flächenstellung zu bringen (Untersuchungen an Rovigneser Material).

Die hier angeführten Befunde beziehen sich auf Material, das 14—48 Stunden den hyper- und hypotonischen Lösungen ausgesetzt worden ist. Bei noch längerem Aufenthalt — etwa nach 4 oder 5 Tagen — treten weitere Änderungen in den Stellungen der Chromatophoren ein, die vielleicht ursächlich auf Abgabe bezw. Aufnahme von Salzen seitens der Zelle zurückzuführen sind. —

Die angeführten Beobachtungen legen die Folgerung nahe, dass bei Anwendung hyper- und hypotonischer Lösungen der durch das umgebende Medium bedingte wechselnde Turgordruck der Zelle oder irgend ein mit diesem in naher Beziehung stehender Faktor die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren in ihrer Richtung bestimme. Vielleicht ruft auch der Wechsel von Licht und Dunkelheit ähnliche Änderungen im Turgordruck der Zelle hervor wie unsere Experimente mit Lösungen verschiedener Konzentration. Der Einfluss, den Licht und Dunkelheit auf den Turgordruck haben können, ist von den Schliesszellen und anderen Zellenarten her bekannt.

Eine der wichtigsten Aufgaben für diejenigen, die sich mit den Orientierungsbewegungen der Chromatophoren von *Funaria*, den Dictyotaceen usw. beschäftigen, bleibt es zu ermitteln, worin der Unterschied zwischen den an Seiten- und Aussenwänden realisierten Bedingungen, welche die Chromatophoren bald zu diesen, bald an jene führen, bestehen mag. Unsere Versuche an Dictyotaceen legen mancherlei Vermutungen nahe, die aber in der vorliegenden Notiz nicht näher diskutiert werden sollen.

Fig. 1.

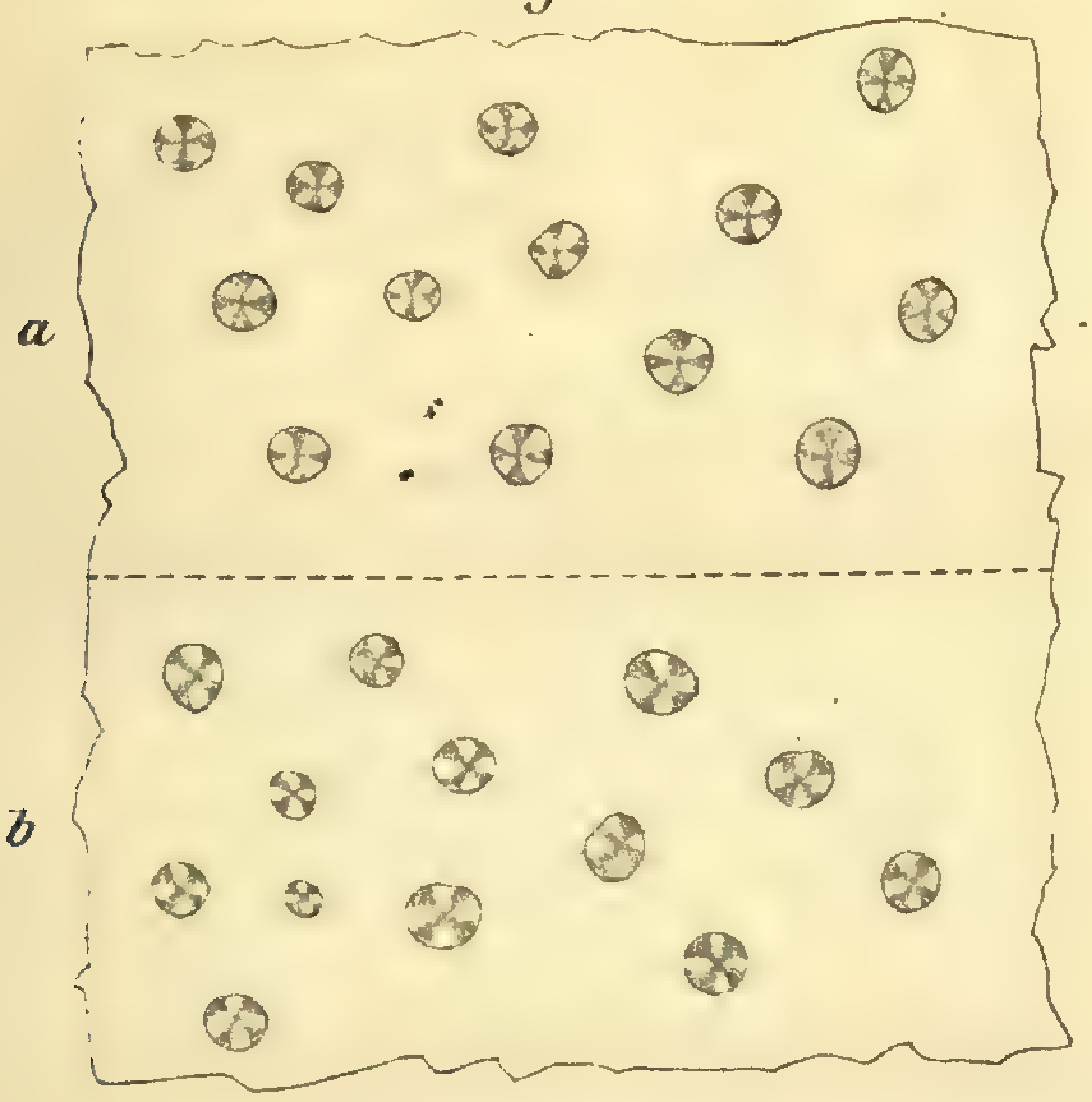


Fig. 2.

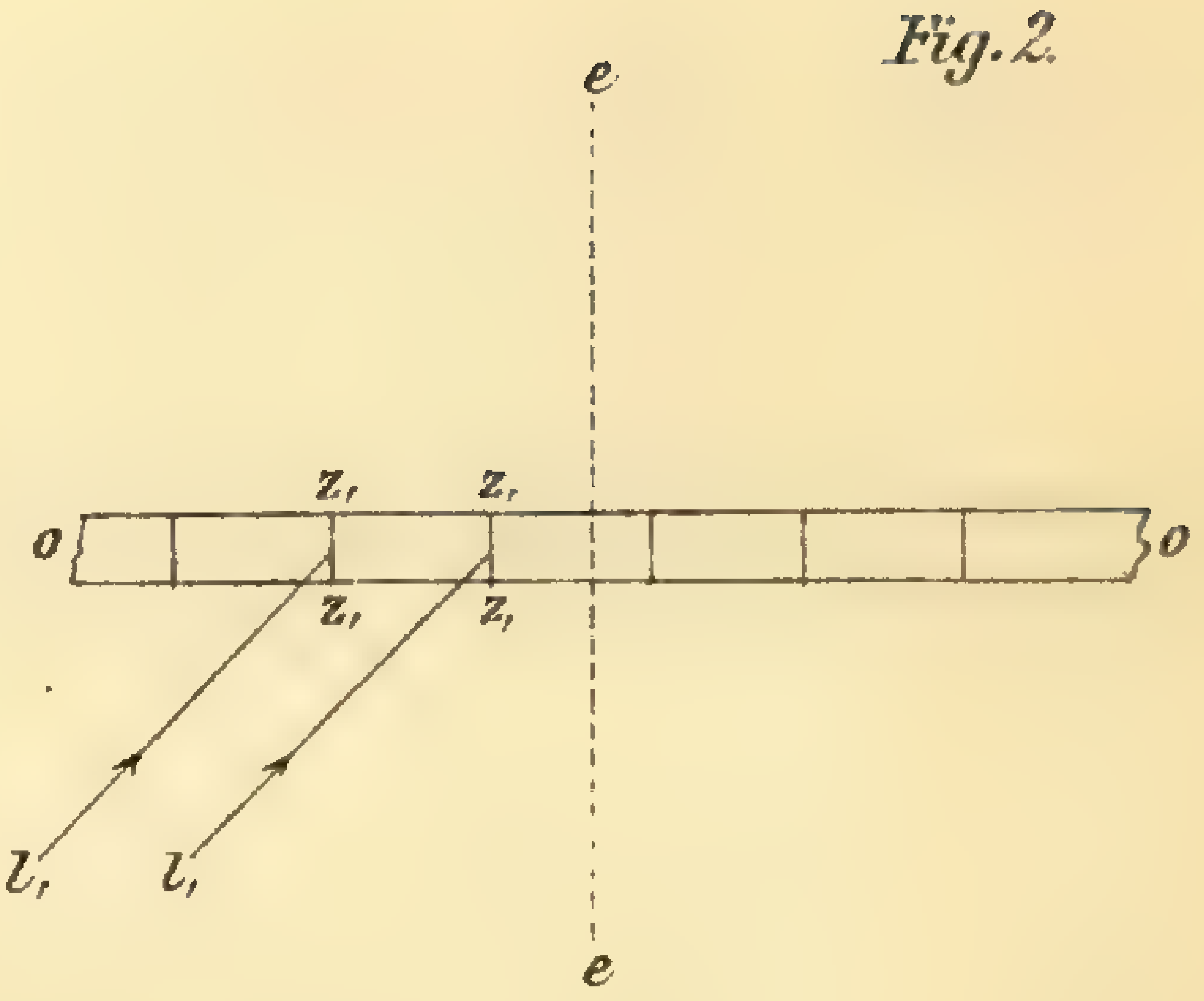
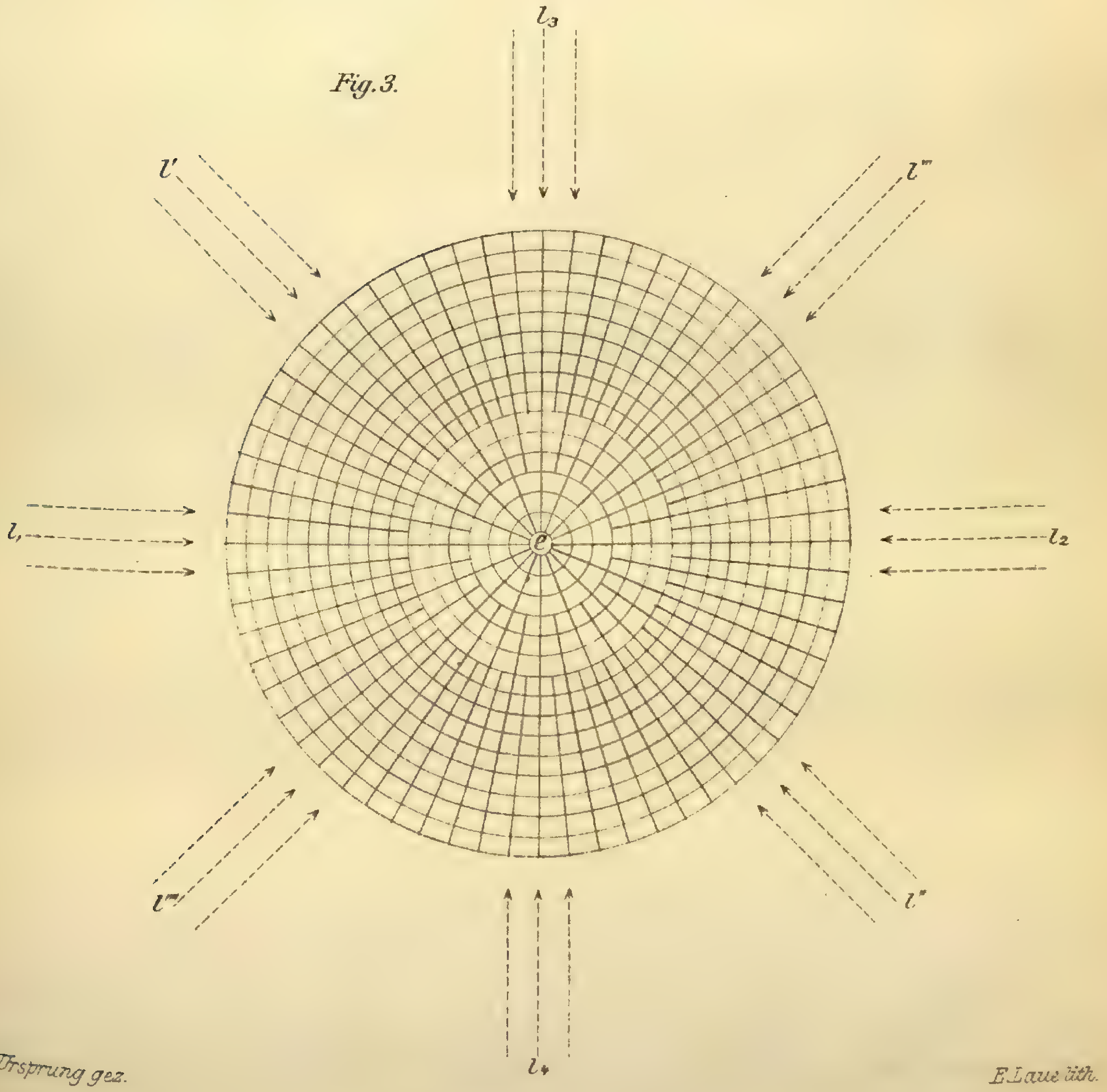

e
z,
z,
o
o
z,
z,
l,
l,
e

Fig. 3.


l3
l'
l'''
l,
e
l2
l''''
l''
l4

A. Ursprung gez. E. Laue lith.

Fig. 1.

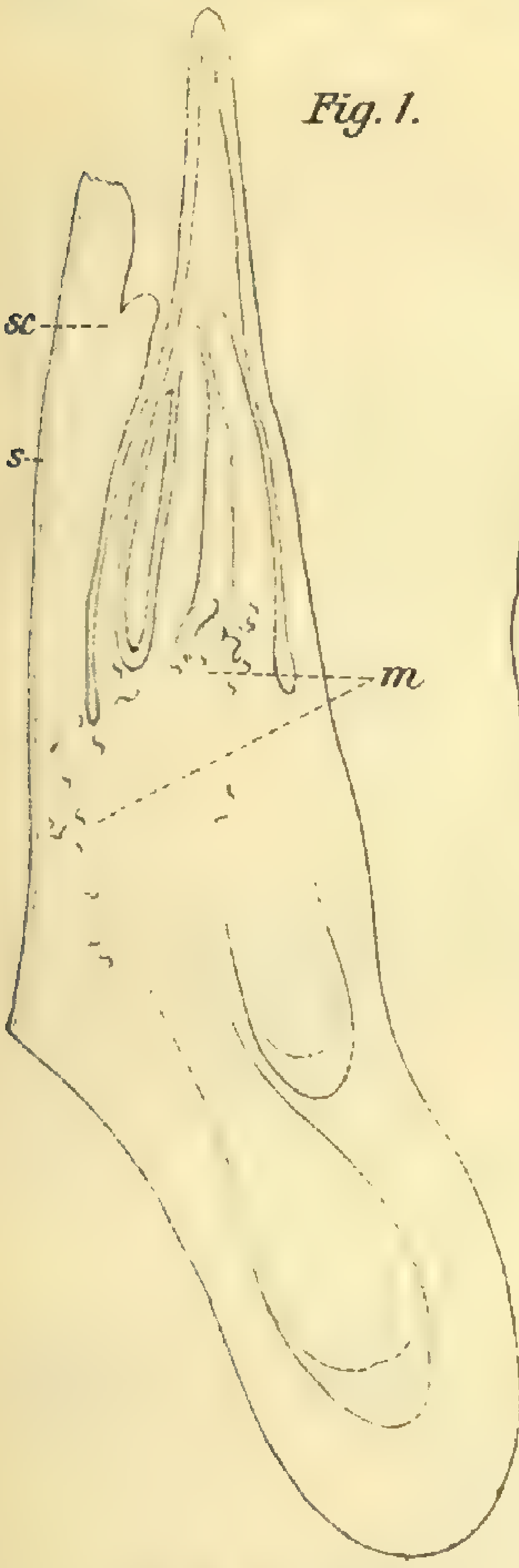


Fig. 2.

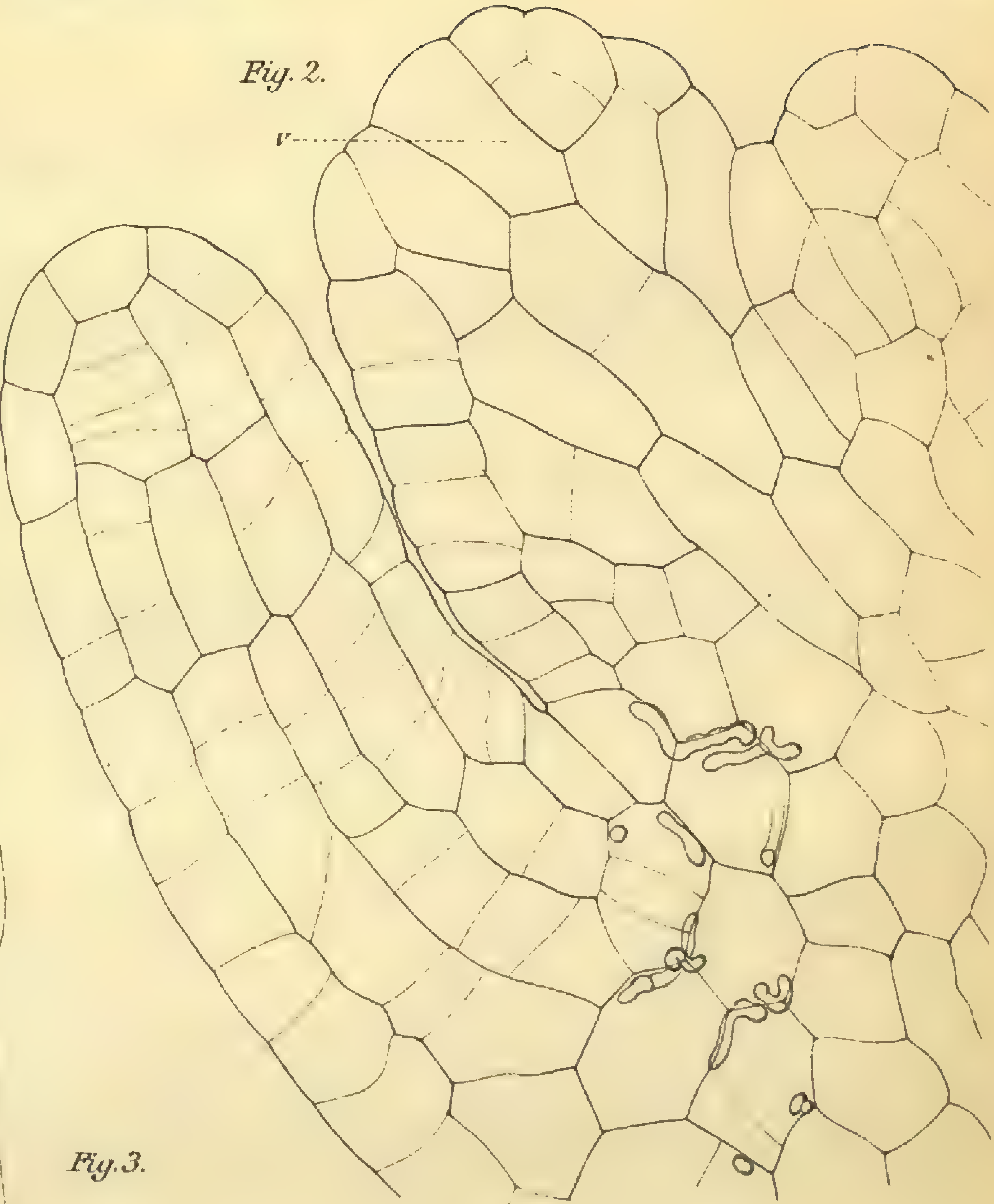


Fig. 3.

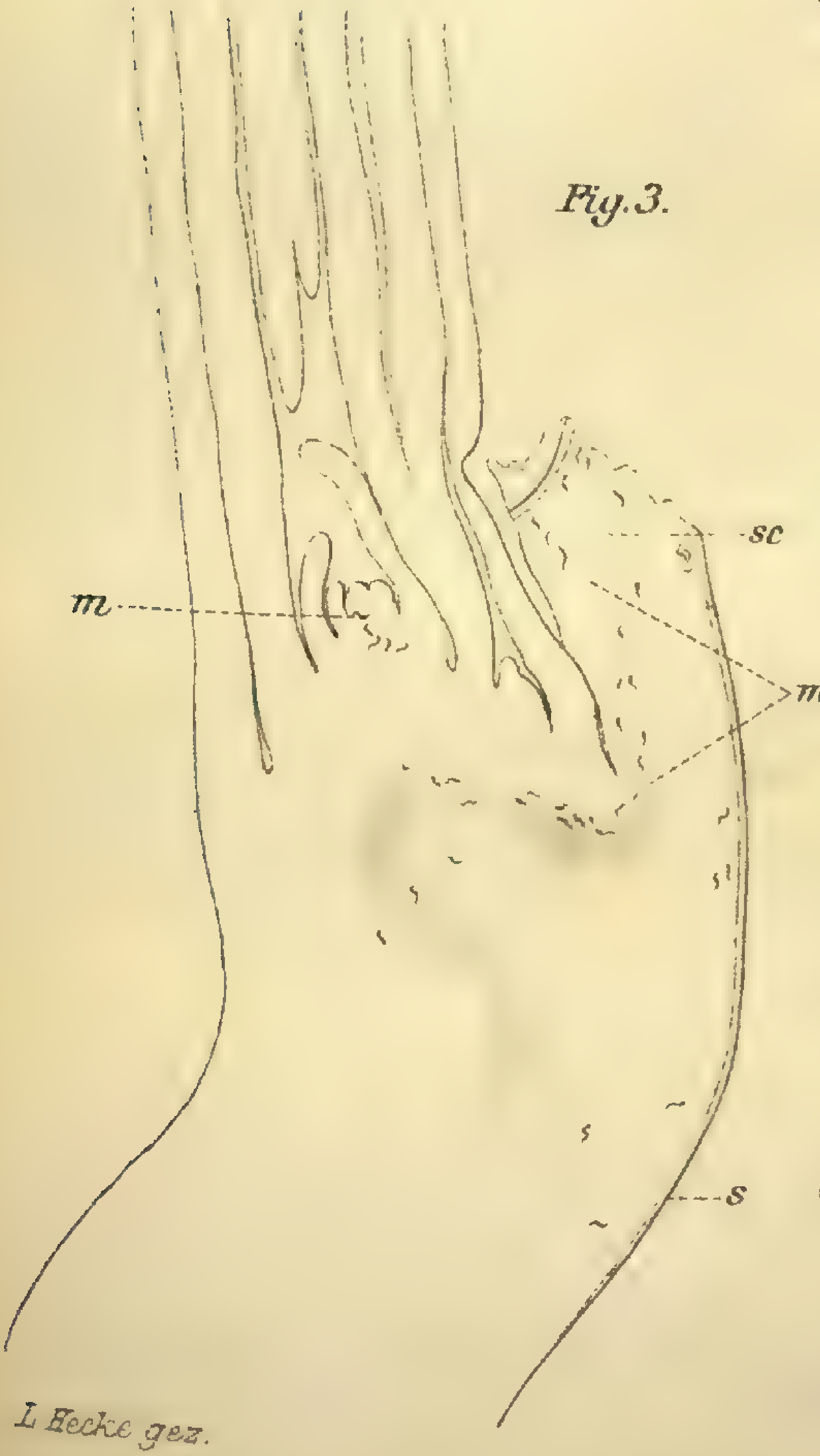
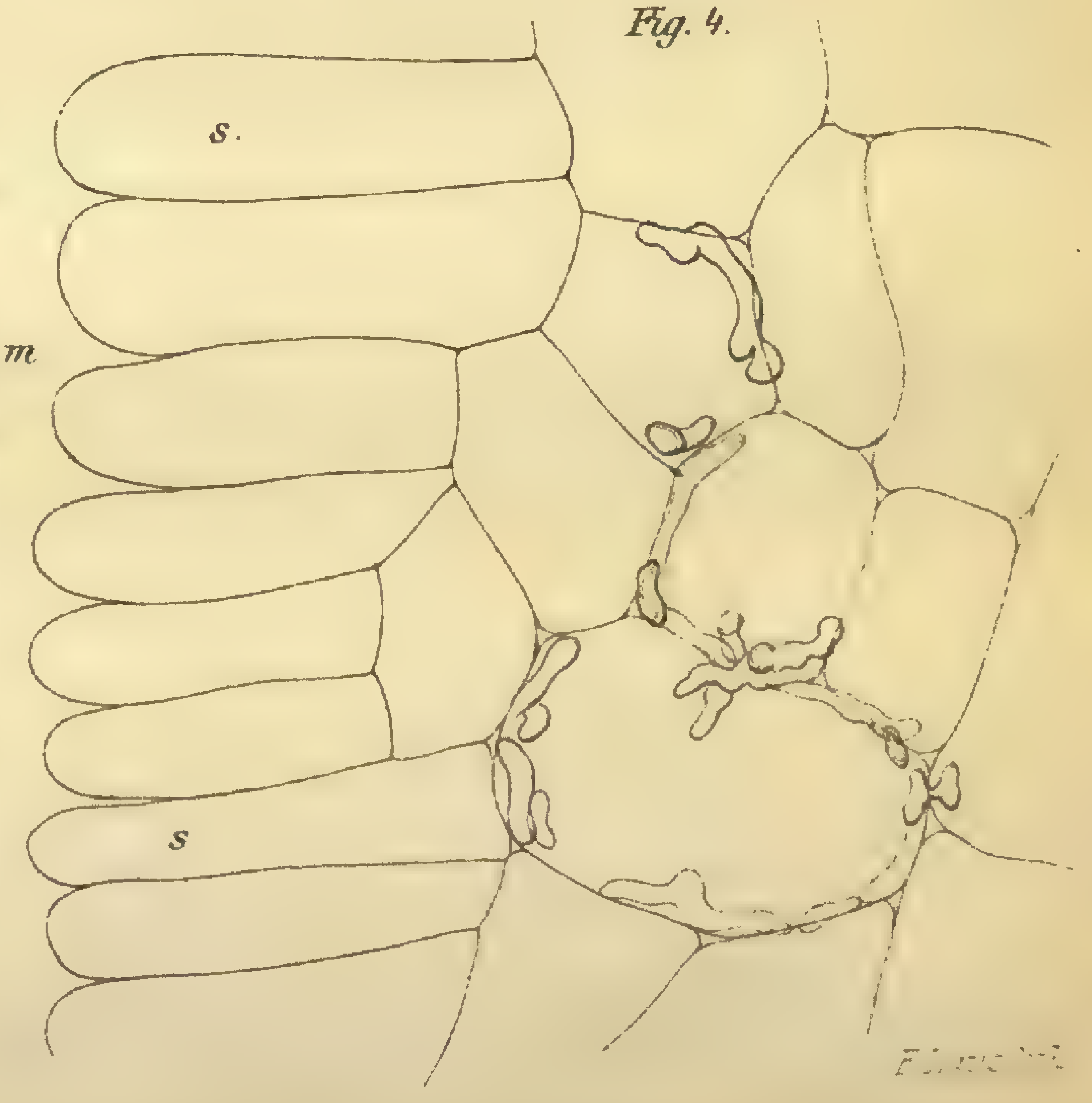


Fig. 4.



L. Hecke gez. E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☛ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauer Strasse 29

Neueste Erscheinungen.

Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung.

Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten überreicht von **H. Conwentz.** Dritte Auflage. Eleg. in Leinen gebunden 2 Mk.

Kaum ein halbes Jahr nach Erscheinen der beiden ersten sehr hohen Auflagen wurde die Herstellung einer neuen Auflage notwendig; gewiss ein eindrucksvolles Zeichen für die Bedeutung dieser Denkschrift und für den Anklang, den die durch den Verfasser vertretenen Ideen in weiten Kreisen gefunden haben und noch finden. Man muss die Ausführungen von Conwentz lesen, um zu erfahren, welche Gefahr unserer Natur droht und wie nur schleunige Massnahmen zu retten vermögen, was noch zu retten ist.

Forstbotanisches Merkbuch.

Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden urwüchsigen Sträucher, Bäume und Bestände im Königreich Preussen. Herausgegeben auf Veranlassung des Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

II: Provinz Pommern. Mit 27 Abbildungen. Gebunden 2 Mk. 80 Pfg.

III: Provinz Hessen-Nassau. Mit 26 Abbildungen. Gebunden 3 Mk. 60 Pfg.

Je mehr das ursprüngliche Landschaftsbild sich unter den prosaischen Nützlichkeitsanforderungen des modernen Erwerbs- und Verkehrslebens verflaut und uniformiert, um so berechtigter ist das ideelle Bestreben, die noch verschont gebliebenen Denkmäler der Natur zu registrieren, um sie nach Möglichkeit zu schützen. Anregungen folgend hat das preussische landwirtschaftliche Ministerium die Sammlung und Sichtung der beachtenswerten Baumriesen, Individuen aussterbender Pflanzengattungen usw. veranlasst. So enthalten die „Forstbotanischen Merkbücher“ nicht nur viel Material von sozusagen Liebhaberwert für den Natur- und Forstfreund im besonderen, sondern auch manchen wertvollen Beitrag in floristischer Hinsicht und zur Urgeschichte des Waldes. — Die Bände sind sauber ausgestattet und in kleinem Format gehalten, um sie bequem auf Wanderungen mitführen zu können.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

Die Verausgabung des rechtzeitig fertiggestellten Heftes ist durch die Herstellung der Lichtdrucktafel verzögert worden.

Die Schriftleitung.

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 7.

MIT TAFEL IX—XV.

AUSGEGEBEN AM 24. AUGUST 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 7.

Seite
Sitzung vom 28. Juli 1905 257

Mitteilungen:

38. Hugo Miehe: Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen. (Mit Tafel IX) 257
39. Hermann R. von Guttenberg: Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von Adoxa Moschatellina L. und Cynocrambe prostrata Gärtn. (Mit Tafel X und XI) 265
40. Jos. Heinr. Schweidler: Die systematische Bedeutung der Eiweiss- oder Myrosinzellen der Cruciferen nebst Beiträgen zu ihrer anatomisch-physiologischen Kenntnis. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit Tafel XII) 274
41. Charles E. Allen: Die Keimung der Zygote bei Coleochaete. (Mit Tafel XIII) 285
42. Rudolf Müller: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter. (Vorläufige Mitteilung) 292
43. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 297
44. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 310
45. Bengt Lidforss: Über die Chemotaxis der Equisetumspermatozoiden. (Vorläufige Mitteilung) 314
46. E. Palla: Über den morphologischen Wert der Blüte der Gattungen Lipocarpha und Platylepis. (Mit Tafel XIV) . 316
47. M. Koernicke: Weitere Untersuchungen über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen . . . 324
48. Franz Buchenau: Garcke's Flora 333
49. G. Lopriore: Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von Araucaria Bidwillii Hook. (Mit Tafel XV) 335

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zu der am

Dienstag den 26. September 1905, 9 Uhr vormittags, in Meran (Südtirol)

stattfindenden Generalversammlung eingeladen. Es stehen nur die durch § 15 des Reglements vorgeschriebenen Punkte der Tagesordnung zur Verhandlung.

Sitzung vom 28. Juli 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Müller, Dr. **Rudolf,** Privatdozent für Pharmakognosie an der Universität **Graz** (durch G. HABERLANDT und L. KNY),

Fynn, Dr. phil. **Enrique,** Professor der organ. Chemie an der Universität zu **Buenos Aires** und Direktor der landwirtschaftlichen Abteilung des argentinischen Ministeriums, z. Z. Berlin (durch CARL MÜLLER und VON OVEN).

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 13. Juli d. J. erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Eduard Tangl,**

Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in Czernowitz. Um den Verstorbenen zu ehren erhoben sich die Anwesenden von ihren Plätzen.

Mitteilungen.

38. Hugo Miehe: Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen.

Mit Tafel IX.

Eingegangen am 4. Juli 1905.

Wenn man ein pflanzliches Gewebe plasmolysiert, so werden seine einzelnen Bestandteile, die Zellen, voneinander isoliert und selbständig gemacht. Sie erhalten sich längere Zeit, bilden meist neue Membranen, verdicken diese, assimilieren, atmen. Aber sie wachsen nicht oder nur sehr wenig und unregelmässig, falls sie in der plasmolysierenden Flüssigkeit verbleiben. Der Effekt der Isolierung ist also an ihnen nicht auf längere Zeit zu verfolgen. Um dieses Ziel zu erreichen, müsste man versuchen, die mit neuen Membranen umhüllten isolierten Zellen allmählich wieder in das natürliche Medium zurückzuführen. Man würde auf diese Weise einen ganzen Organismus in seine Elementarteile auflösen und in der Tat beobachten können, wie die vorher zu einer Einheit zusammengeschlossenen Zellen für sich arbeiten. Insbesondere würde man an einem dergestalt aufgelösten Gewebe die Regenerations- und Polaritätsverhältnisse jeder einzelnen Zelle prüfen können. Ferner besitzt diese Methode der Isolierung von Zellen vor der durch mechanische Trennung (Durchschneiden usw.) den grossen Vorzug, dass der gegenseitige Druck der einzelnen Zellen nicht aufgehoben wird, vielmehr dieselbe kompakte Geschlossenheit des Gewebes wieder entsteht, die vorher da war. Nur die lebendige Kontinuität ist aufgehoben. Wasserpflanzen, speziell Algen, sind für solche Versuche die gegebenen Objekte, und ganz besonders die Meeresalgen. Viele von ihnen, von vornherein an Salz gewöhnt, halten sich plasmolysiert vortrefflich längere Zeit in konzentriertem Meerwasser und bilden hier Membranen. Der Wechsel der osmotischen Verhältnisse, der sehr verhängnisvoll für die Süsswasseralgen ist, wird von vielen Meeresalgen für kürzere Zeit sehr gut vertragen[1]). Als günstiges Objekt hatte ich bereits vor zwei Jahren eine marine *Cladophora*-Art gefunden, die im Golf von Neapel sehr gemein ist und in Form von ziemlich rigiden Polstern überall an Steinen festsitzt. Sie ist gegen Konzentrationsschwankungen ziemlich unempfindlich, lebte z. B., in 0,25prozentiges Seewasser langsam übergeführt, noch zwei Wochen, starb dann aber ab. Auch in höheren Salzkonzentrationen bleibt sie lange leben. Sie wird dauernd plasmolysiert erst bei 9 pCt. Salzgehalt, bei niedrigeren Konzentrationen geht die anfängliche Plasmolyse wieder zurück.

Ich stellte nun bei meinem diesjährigen Aufenthalt im Neapeler Aquarium folgenden Versuch an. Zu einer Kultur von *Cladophora*, die sich in einem Messzylinder mit normalem Meerwasser (3,8 pCt. Salze) befand, liess ich mittels eines zu einer feinen Spitze ausgezogenen Glashebers Meerwasser hineintropfen, das 16,2 pCt. Kochsalz gelöst enthielt, also eine Gesamtsalzkonzentration von 20 pCt. besass. Nachdem im Verlauf von etwa 18 Stunden die *Cladophora*-Kultur auf 12,5 pCt. Salze gelangt war, wurde das Zutropfen unterbrochen. Die Algenzellen waren sämtlich sehr schön regelmässig plasmolysiert, der Plasmakörper lag als ellipsoidische Blase frei im Zellraum.

---

[1]) Für einige auch für längere Zeit, wie mir eine ganze Anzahl von Accomodationsversuchen gezeigt haben, die jedoch noch nicht abgeschlossen sind. So z. B. vermochte ich *Ulva Lactuca* langsam in Knop'sche Nährlösung überzuführen und nahezu vier Wochen lang in derselben in üppigster Entwicklung zu erhalten.

Die Alge blieb jetzt vier Tage lang in dieser Flüssigkeit und bildete neue kräftige Membranen aus. Jetzt wurde die 12,5prozentige Lösung wieder verdünnt, und zwar durch normales Seewasser. In diesem Falle liess ich das Seewasser nicht eintropfen, sondern führte den Heber bis auf den Boden des Gefässes. Das aufsteigende Meerwasser mischte sich auf diese Weise besser mit der konzentrierten Lösung. Wenn die Konzentration nur wenig stärker als normale war, wurden die Algen direkt in normales Seewasser übertragen.

Sie überstanden diesen Prozess sehr gut. Nur ganz wenige Zellen platzten und starben ab. Die anderen hatten sich entweder — und das war der häufigste Fall — fast nahezu wieder auf das ursprüngliche Volum ausgedehnt, so dass nur ganz kleine Räume in den Ecken frei blieben, oder sie waren gelegentlich auf dem plasmolytischen Volum stehen geblieben. (Fig. 1—3).

Sofort setzt ein höchst energisches Wachstum ein, das das Bild der Alge auf das merkwürdigste veränderte. Zunächst bildeten die unverändert gebliebenen Zellen kugelförmige oder schlauchförmige Ausstülpungen, die allmählich den vorhandenen Raum ausfüllten (Fig. 1 und 2). Dann zeigten alle Zellen folgende Wachstumserscheinungen: Die basalen Enden drängten sich in Form dickerer oder dünnerer Schläuche in die nächstunteren Zellen hinein und wucherten gewöhnlich zwischen Protoplasten und Zellwand weiter, stülpten sich aber gelegentlich in die Zellen selbst hinein (wie z. B. in Fig. 3). Besonders auffällig war dies an den Gabelungen zu sehen. Da, wo eine Zelle abgestorben war, füllte sie die nächstobere ohne weiteres aus; waren mehrere hintereinander frei, so wuchsen diese Schläuche sehr in die Länge, wobei sie immer heller, die Chlorophyllkörper immer weitmaschiger wurden. Sehr gewöhnlich war schliesslich das in Fig. 4 dargestellte Wachstum. Hier brach der Schlauch aus der unteren Ecke hervor und wuchs an der nächsten Zelle abwärts. Alle diese Schläuche, sei es, dass sie in leere Zellen hineinwucherten, sei es, dass sie oft in den wunderlichsten Verkrümmungen zwischen Membran und Protoplasten wuchsen, sei es, dass sie sofort hervortraten und dann oft in schraubiger Gestalt die Zellen umschlangen, nahmen sehr bald den deutlichen Charakter von Rhizoiden an. Ihr Querdurchmesser nahm ab, die Umrisse waren unregelmässig geschlängelt, sie verzweigten und teilten sich und bildeten oft an den Enden reich gelappte und verzweigte Haftorgane aus, mit denen sie sich an andere Fäden festhafteten, so dass eine zusammenhängende Masse entstand. Sehr selten brachen auch an den Längswänden in der Mitte Rhizoiden heraus (Fig. 5), oder es zeigten sich Ausbauchungen, die darauf hindeuteten. Dies Gewirr von durcheinander wuchernden Zellen gab höchst merkwürdige Bilder. Übrigens kommen auch bei manchen *Cladophora*-Arten normale Adventivrhizoiden vor, die aus der Basis der Zellen an verschiedenen Stellen des Thallus hervorbrechen und an ihm herabwachsen[1]).

Eine fast ausnahmslose Regel beherrschte diese Wachstumserscheinungen. Fast sämtliche der vielen hundert beobachteten, deutlich rhizoidenartigen Schläuche wuchs basalwärts aus, keine einzige Zelle stülpte sich etwa in die apikal benachbarte Zelle hinein. Die apikalen Enden verhielten sich überhaupt in den ersten Wochen fast ganz passiv. Es trat also aufs schönste eine Polarität der Zellen zutage. Sie war jedoch, wie ich zu meiner Überraschung fand, in einigen, allerdings seltenen Fällen, nicht ohne Ausnahme. Diese Fälle betrafen einige Scheitelzellen. Im allgemeinen blieben die Scheitelzellen an ihrer Spitze in Ruhe, nachdem sie die ursprüngliche Zellkammer wieder vollkommen ausgefüllt hatten. Einige wenige wuchsen jedoch sehr bald aus und bildeten dünnere Schläuche, die ich ganz zweifellos für Rhizoiden halten muss. Sie wurden immer dünner und farbloser, hatten gewundenen Verlauf, verzweigten sich auch gelegentlich und bildeten Haftfortsätze aus. In der Fig. 6 ist ein solches terminales Rhizoid abgebildet.

Erst sehr viel später, im Juni (obige Beobachtungen waren im März und April direkt nach dem Experiment angestellt worden) begannen sich auch die apikalen Zellenden zu regen. Ganz in der normalen Verzweigungsmanier unserer *Cladophora* bildeten sich an dem apikalen Ende, das sich tiefgrün gefärbt zeigte, seitliche Sprossungen, die entweder sofort oder nach etwas unregelmässigem Verlauf zu deutlichen, an der Spitze weiter wachsenden Ästen auswuchsen. Diese Apikaltriebe unterscheiden sich von den Basalschläuchen sofort durch ihre leicht keulig angeschwollene Spitze (Fig. 7), die besonders tiefgrün ist, durch den Mangel unregelmässiger Verzweigung und durch das kerzengerade Wachstum. Sie unterscheiden sich von normalen Trieben nur durch ihren viel geringeren Durchmesser. Momentan (Ende Juni) zeigt mir mein Material überall solche Apikaltriebe. Auch aus den Endzellen brechen sie hervor, entweder, was der seltenere Fall ist, direkt aus der Spitze, oder etwas seitlich. Auch sie sind dünner, die Endzellen setzen nie direkt in gleicher Dicke ihr Wachstum fort. Der in seine Elemente zerlegte Algenkörper ist also jetzt zu einem Haufen von Einzelpflänzchen geworden, von denen im typischen Falle immer eins auf dem andern sitzt (Fig. 7). In bezug auf die Lokalisierung dieser Apikaltriebe gilt die ausnahmslose Regel, dass sie stets am oberen Ende der Zellen hervorkommen, kein einziger mit Sicherheit als

---

1) FR. OLTMANNS, Morphologie und Biologie der Algen. Bd. I, 1904, S. 264.

Apikaltrieb zu bezeichnender Ast kam aus dem basalen Teile oder etwa aus der Spitze eines Rhizoids hervor. Allerdings können bei letzteren augenscheinlich einzelne Zellen aus der Mitte wieder Apikalwachstum aufnehmen. Ich bemerkte nämlich gar nicht selten an sehr langen Rhizoiden einzelne Zellen (Fig. 8, *a a*) mit besonders grünem Inhalt und keuliger oder kugeliger Anschwellung an dem der Basis des Rhizoids zugewandten Ende. Die Flanke, an der die Seitenäste heraustreten, ist an jüngeren Ästen unserer *Cladophora* streng bestimmt; es ist an einem Ast immer dieselbe. An meinen abnormen Zellen wird diese Regel verlassen, es ist jedoch eine deutliche Tendenz zu erkennen, die normale Seite zu bevorzugen.

In einem Falle sah ich auch einen in der Mitte der Seitenwand hervorbrechenden Ast zu einem Apikaltriebe werden (Fig. 9). Hier können also sowohl apikale Triebe, als auch Rhizoiden entstehen, wie wir oben sahen (Fig. 5).

Bei einer *Chaetomorpha*, welche auf dieselbe Weise behandelt wurde wie die *Cladophora*, fand ein Auswachsen der isolierten Zellen nicht statt, wenigstens nicht in der Form wie *Cladophora*. Höchstens wurden abgestorbene Zellen durch die benachbarten ausgefüllt. Eine Bildung von Rhizoiden trat nicht ein. Ich weiss nicht, ob diese Art, die meist grobfädige verworrene Watten bildete, normal am unteren Ende ein Rhizoid ausbildet, wie es für einige bekannt ist. Jedenfalls ist der Thallus dieser Alge weit weniger polar gebaut als der der *Cladophora*, so dass der geringe Einfluss, den die Isolierung ausübt, wohl verständlich erscheint.

Aus Verwundungsversuchen an mannigfaltigen Pflanzen wissen wir, dass ebenfalls ein gelegentlich sogar exzessives Wachstum eintreten kann. Ich erinnere hier an die Callushypertrophien[1]). Es erhebt sich die Frage: was veranlasst die Zellen, im normalen Gewebeverbande der ihnen innewohnenden Wachstumfähigkeit nicht nachzugehen, sondern nur so weit zu wachsen, als ihnen im Rahmen des ganzen Gewebes vorgeschrieben ist? Unsere Beobachtungen zeigen, dass es nicht der Druck der Umgebung ist, der den Wachstumstrieb zügelt, und dass durch Verwundung isolierte Zellen nicht deswegen allein ein exzessives Wachstum beginnen, weil dieser Druck ganz oder lokal aufgehoben ist. Denn in unseren Beispielen wuchsen die Zellen aus, trotzdem die gegenseitigen Druckverhältnisse die gleichen sind wie im normalen Verbande; sie versuchen ja, sich in die angrenzenden Zellen mit Gewalt einzustülpen, also aktiv gegen diesen Druck zu arbeiten. Soviel können wir also negativ sagen, dass es nicht der Druck der Umgebung ist, der den Hemmungsreiz für die einzelne Zelle darstellt, sondern dieser, ganz allgemein ausgedrückt, in vitalen Korrelationswirkungen begründet liegt.

---

1) Vergl. E. KÜSTER, Pathologische Pflanzenanatomie, S. 91 ff., 1903.

Nun findet nicht einfach eine Volumzunahme der Zellen statt, sondern, wie wir sahen, zeigt jede Zelle Bildungsprozesse, die wir zu den Reproduktionen rechnen müssen, indem sie gerade wie eine Schwärmspore Rhizoiden und Apikaltriebe entwickelt. Es fragt sich, inwieweit bei diesen Reproduktionen die Polarität¹) zum Ausdruck kommt, durch die der ganze Algenthallus ja zweifellos ausgezeichnet ist. Eine ausnahmslose Polarität lässt sich hier sofort angeben, nämlich die bezüglich der Richtung des proliferierenden Wachstums sofort nach der Isolierung. Diese ist in sämtlichen Zellen basipetal. In keinem Falle konnte in den Anfangsstadien des Wachstums ein Austreiben irgendwelcher Art am apikalen Ende beobachtet werden. Was dann die morphologische Dignität der Auswüchse anbetrifft, so lässt sich mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass kein unzweifelhaft als Gipfeltrieb zu bezeichnender Auswuchs aus dem Basalende einer Zelle hervorkam. Sämtliche Basalschläuche trugen den Charakter von Rhizoiden. Von den viel später auswachsenden apikalen Trieben lässt sich nicht mit derselben Eindeutigkeit sagen, dass sie alle zu Gipfeltrieben werden; denn wie beschrieben ist, entwickeln sich einige wenige Endzellen zu Rhizoiden. Es sind nur Endzellen, bei denen ich dieses beobachtete. Auch TOBLER²) gibt für die Zellen von *Griffithsia Schousboei* an, dass nur die Polarität der älteren Zellen streng, die der jüngeren nicht streng ist. Auch normal können sich bei manchen Algen aus der Verwandtschaft der *Cladophora* die Endzellen von Seitenästen zu rhizoidartigen Krallen umwandeln³). Verschieden verhalten sich die selteneren Lateralauswüchse, meist werden sie zu Rhizoiden, doch sah ich auch einen Apikaltrieb aus ihnen hervorgehen.

Im allgemeinen kann man von den Zellen der *Cladophora* behaupten, dass die Polarität des ganzen Sprosses auch seinen einzelnen Bestandteilen zukommt. Ob sie sich unter bestimmten Bedingungen nicht doch ändern lässt⁴), ist eine Frage, die hier nicht in Angriff genommen ist. Doch kommen Licht- und Schwerkraftsinduktionen nicht in Frage, da die Thallusstücke im Kulturgefäss flottierten und die verschiedensten Richtungen zu Licht und Schwerkraft einnahmen.

---

1) Vergl. VÖCHTING, „Organbildung im Pflanzenreich“, 1884, und „Über Transplantationen am Pflanzenkörper“, 1892.

2) F. TOBLER, Über Eigenwachstum der Zelle und Pflanzenform. Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. 39, 1904.

3) OLTMANNS, a. a. O. S. 264.

4) Wie z. B. bei *Bryopsis* (vergl. NOLL, Über den Einfluss der Lage auf die morphologische Ausbildung einiger Siphoneen (Arbeiten des Bot. Instituts in Würzburg, 1888, S. 466), sowie WINKLER, Über die Polarität, Regeneration und Heteromorphose bei *Bryopsis* (Jahrb. für wissensch. Botanik, Bd. 35, S. 449). Auch bei *Bryopsis* fand nie eine Umbildung der Rhizoiden zu Fiedersprossen statt, wohl aber konnten Stammstücke an beiden Enden Sprosse regenerieren.

TOBLER[1]) hat sich neulich mit ähnlichen Fragen beschäftigt, wie sie uns interessierten. Er hat bei Meeresalgen einen Zerfall des Thallus in grössere und kleinere Stücke resp. einzelne Zellen beobachtet und an ihnen die Wachstumserscheinungen studiert, die nach der Isolierung auftreten. Er schreibt jeder Zelle ein Eigenwachstum zu, das nur zum Ausdruck kommt, wenn sie isoliert ist, aber im normalen Verbande durch Hemmungsreize sistiert ist. Auch auf die Frage der Polarität ist er gelegentlich eingegangen. Bei einzelnen, wie bei *Griffithsia Schousboei*, kamen aus der Basis isolierter Äste neben Rhizoiden auch Sprosse hervor, bei *Bornetia secundiflora* beobachtete er sogar nur Sprosse an der Basis, von denen allerdings später einige in Rhizoiden übergingen. An einzelnen Zellen von *Griffithsia Schousboei* konstatierte er im Einklang mit meinen Beobachtungen eine zeitliche Bevorzugung des basalen Endes beim Auswachsen. An älteren Zellen entstanden stets an der Basis Rhizoiden, an der Spitze Sprosse, an jüngeren Zellen sah er jedoch gelegentlich nur Rhizoiden, und zwar allseitig entstehen. Bei *Dasya elegans*, deren Thallus ganz in einzelne Zellen zerfällt, hat er leider die Polaritätsverhältnisse nicht feststellen können[2]).

Es seien in diesem Zusammenhang einige weitere Beobachtungen über Polarität bei *Scoparia* angeführt. Die prachtvollen grossen Scheitelzellen hatten mich schon längst gelockt, Polaritätsfragen an ihnen zu studieren. Ich versuchte es ähnlich wie in den Versuchen mit *Cladophora* durch Isolieren zu bewirken, nur wandte ich mechanische Isolierung an, da sich auf dem Wege der Plasmolyse gar nichts erreichen liess. Mit einiger Sorgfalt und einem scharfen Messerchen gelingt es, Scheitelzellen abzuschneiden. Solche Zellen wölben sich am basalen Ende stark vor, sterben jedoch nach kurzem stets ab, so dass es mir nicht gelang, sie weiter zu kultivieren. Ich dachte dann, dass vielleicht die überaus charakteristische Verteilung der dunklen fettähnlichen Körnchen in den Scheitelzellen etwa die Polarität bedingen könnte. Diese liegen nämlich in dichten, dunklen Massen im Spitzenende der Scheitelzelle, und bei jeder Querteilung der letzteren behält die Scheitelzelle diese dichte Masse des Reservestoffes, während ihre basale Schwesterzelle verhältnismässig hell bleibt. Es schien mir denkbar, dass diese Verteilung ganz am Anfang beim Austreiben der Ursprungszelle infolge irgendwelcher Gründe primär festgelegt wurde, von da durch die successiven gesetzmässigen Zellteilungen erhalten blieb und jedesmal das intensivere Wachstum und die Bildungsvorgänge in der Scheitelzelle bedingt. Meine Experimente überzeugten mich von der Irrigkeit dieser Ansicht. Es möge aber immerhin gestattet sein, über sie kurz zu berichten.

---

[1]) F. TOBLER, Über Eigenwachstum der Zelle und Pflanzenform. Jahrb. für wissensch. Bot., Bd. 39, S. 569ff., 1904.

[2]) F. TOBLER, Zerfall und Reproduktionsvermögen des Thallus einer Rhodomelacee. Diese Berichte 1902, S. 352.

Von der Schwerkraft war diese Verteilung nicht abhängig. Invers aufgehängte *Scoparia*-Sprosse habe ich längere Zeit weiterwachsen sehen, ohne dass sich die Verteilung der Reservestoffe im geringsten geändert hatte[1]). Ich zentrifugierte dann zu wiederholten Malen Triebe von *Scoparia* mit besonders schönen langen Scheitelzellen von der Spitze nach der Basis[2]). Die Verlagerung der körnigen Masse in das basale Zellende gelang wider Erwarten vorzüglich[3]) (Fig. 10 *a*), die darauf einsetzenden Zellteilungen nahmen durchaus den erwünschten Verlauf, indem sich eine helle, mit zartem durchsichtigem Plasmaschaum gefüllte Scheitelzelle und eine undurchsichtige, mit dem körnigen Stoff vollgepfropfte Basalzelle bildet (Fig. 10 *b*). Einen Einfluss auf die weiteren Bildungsvorgänge und das Wachstum hatte aber weder die abnorme Armut der Scheitelzelle, noch der abnorme Reichtum der basalen Zelle. Trotzdem noch lange Zeit hindurch die dunkle Zelle deutlich unterscheidbar war, zeigte sie nichts besonderes in ihrem Verhalten. Die Scheitelzelle wuchs normal weiter und sammelte im Laufe der Zeit wieder die ihr entzogenen Körnermassen an. Diese sind mithin durchaus nur ein unwesentliches Begleitphänomen der Polarität der Zelle.

Leipzig, Botanisches Institut.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—3. Basal auswachsende Zellen. In Fig. 3 stülpt sich eine Astzelle in eine lebende Nachbarzelle hinein. Vergr. 80.
„ 4. Ein Stück des Thallus mit Rhizoiden. Vergr. 28.
„ 5. Ein seitlich hervorbrechendes Rhizoid. Vergr. 25.
„ 6. Eine Scheitelzelle zu einem Rhizoid auswachsend. Vergr. 28.
„ 7. Ein Stück des Thallus mit basal und apikal austreibenden Zellen. Vergr. 25.
„ 8. Ein Rhizoid; bei *a* zwei Zellen mit Apikalwachstum. Vergr. 25.
„ 9. Seitlich hervorbrechender Apikaltrieb. Vergr. 27.
„ 10. Scheitelzelle von *Scoparia*, *a* eine Stunde zentrifugiert, *b* dieselbe nach zwei Tagen. Vergr. 80.

---

1) Nebenbei bemerkt war keine Spur einer geotropischen Reaktion bemerklich.

2) Die Methode war die MOTTIER-ANDREW'sche mit einer kleinen Modifikation. Ein Trieb von *Scoparia* wurde zwischen zwei Streifen von dünner Seidengaze gelegt und alles zusammen zwischen zwei längliche Glasplatten eingegipst. Die Glasplatten wurden nach dem Erstarren des Gipses mit Gummiringen fest zusammengehalten, und dies Bündel wurde dann in den starkwandigen Glaszylinder hineingeschoben und ruhte hier auf einem Stückchen Kork am Grunde. Die Gaze erleichterte das Herausnehmen aus dem Gips so sehr, dass fast sämtliche Scheitelzellen unverletzt blieben.

3) Da die Körnchen, die von OLTMANNS (a. a. O. S. 407) als fettähnliche Körperchen bezeichnet werden, spezifisch schwerer als Seewasser sind, ist ihre Fettnatur einigermassen zweifelhaft, wenigstens müssen sie ausser Fett noch etwas anderes enthalten.

39. Hermann R. von Guttenberg: Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von Adoxa Moschatellina L. und Cynocrambe prostrata Gärtn.

Mit Tafel X und XI.

Eingegangen am 15. Juli 1905.

I.

Die Untersuchungen HABERLANDT's über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter[1]) legten es nahe, nach weiteren Fällen zu suchen, in welchen dem Blatte durch spezielle optische Einrichtungen die Einstellung in die fixe Lichtlage ermöglicht wird. Es war dabei zunächst an Schattenpflanzen unserer Flora zu denken; denn da für diese die Wahrnehmung der Richtung des Lichteinfalles von besonderer Wichtigkeit ist, waren an ihnen Lichtsinnesorgane am ehesten zu erwarten. Das Auffinden der letzteren gelingt mittels des Linsenversuches[2]) stets in sehr einfacher Weise.

Adoxa Moschatellina L.

Schon gelegentlich anderer Untersuchungen war mir aufgefallen, dass die Laubblätter von *Adoxa Moschatellina* deutlich an die sogenannten Sammetblätter erinnern, wie sie vor allem bei Schattenpflanzen des tropischen Regenwaldes vorkommen. Da nun die letzteren, wie HABERLANDT[3]) gezeigt hat, sich in fast allen untersuchten Fällen als transversalheliotropisch erwiesen, wobei ihre obere papillöse Epidermis als Sinnesepithel fungiert, lag die Vermutung nahe, dass dies auch bei *Adoxa* der Fall sein würde. Der zunächst mit Alkoholmaterial vorgenommene Linsenversuch bestätigte sofort diese Annahme: jede der grossen Zellen der oberen Epidermis entwirft ein sehr scharfes und lichtes Bild der Blendenöffnung (Taf. XI, Fig. 2, 3, 4). Dieses erscheint in den meisten Fällen am schärfsten, wenn man auf ihre Innenwände, bezw. auf die Ansatzlinien der darunter liegenden Armpallisaden einstellt. Manchmal fällt das Bild etwas vor, manchmal etwas hinter die basale Zellwand, in der Regel aber, wie erwähnt, genau auf die lichtempfindliche äussere Plasmahaut. Ein ähnliches Verhalten wurde bisher nur an *Anthurium Warocqueanum* beobachtet, trifft aber, wie noch später auszuführen sein wird, auch

---

1) G. HABERLANDT, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter. Leipzig 1905.

2) Siehe HABERLANDT, l. c. S. 52ff.

3) l. c. S. 60ff.

bei *Cynocrambe prostrata* zu. Die hellsten Bilder entwerfen bei *Adoxa* stets die am Grunde der Blattabschnitte gelegenen Zellen. Gegen die Spitzen der Blättchen zu werden die Bilder lichtschwächer und grösser, schliesslich kann der Lichtkontrast in den Zellen gänzlich aufhören. Bei einem Teile der untersuchten Blätter dagegen zeigten alle Zellen der (spaltöffnungslosen) Blattoberseite bis zum Blattrand ein deutliches Bild. Zwischen den grundständigen und den stengelständigen Laubblättern ist ein Unterschied im optischen Verhalten nicht vorhanden.

Was beim Linsenversuche mit *Adoxa* besonders auffällt, ist, dass das Bild sich hier nicht wie bei allen von HABERLANDT untersuchten Fällen in der Mitte der Zelle befindet, sondern dass es stark exzentrisch gelagert ist (Taf. XI, Fig. 2, 3, 4). Sämtliche Bilder befinden sich in den gegen die Blattspitze zugekehrten Enden der wellig ineinandergreifenden Epidermiszellen. Diese Lage resultiert aus dem Baue der als optischer Apparat fungierenden Aussenwände. An einem Längsschnitt durch eine Epidermiszelle sieht man, dass ihre Aussenwand papillös, jedoch nur mässig stark vorgewölbt ist. Sie erhebt sich gegen die Blattspitze zu allmählich, bildet dann eine sich deutlich absetzende Papille und fällt schliesslich ziemlich steil ab (Taf. X, Fig. 1). Die erwähnte Papille ist es, die als Linse fungiert, und aus ihrer exzentrischen Lage ergibt sich notwendig die exzentrische Lagerung des Bildes. Ich glaube nun nicht, dass der letzteren eine besondere Bedeutung beizumessen sei. Es handelt sich ja nur darum, dass auf der äusseren Plasmahaut Lichtdifferenzen hergestellt werden; ob die lichtgewöhnte Stelle dabei zentral oder exzentrisch liegt, ist prinzipiell gleichgiltig. Um nun zu entscheiden, ob hier diese Stelle von vornherein (durch Vererbung) gegeben ist, oder ob auf der äusseren Plasmahaut, wie PFEFFER[1]) sich ausdrückt, „ein bestimmter tonischer Zustand allmählich durch die bei der Entwicklung herrschenden Konstellationen angezüchtet wird“, wurden ganz junge Blätter von *Adoxa* untersucht. Nimmt man mit der oberen Epidermis einer Blattspreite von höchstens 1 *cm* Länge den Linsenversuch vor, so sieht man, dass in jeder Zelle ein hell erleuchtetes Mittelfeld vorhanden ist, das scharf gegen eine dunkle Randzone kontrastiert (Taf. XI, Fig. 1). Nur an wenigen Zellen erkennt man bereits das später durch die Papille erzeugte, kleine kreisrunde Bild; es liegt von allem Anfang an exzentrisch an dem der Blattspitze zugekehrten Ende des grösseren lichten Feldes. An Quer- und Längsschnitten durch Blätter dieses Alters erkennt man, dass die Epidermis stärker vorgewölbt ist, als an den ausgewachsenen Zellen, dass aber die Papille noch fehlt, oder eben erst angedeutet ist (Taf. X, Fig. 2).

---

[1]) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Aufl., 2. Bd. Leipzig 1904. S. 611.

Werden solche Blätter in einer heliotropischen Kammer einseitiger Beleuchtung ausgesetzt, so stellen sie sich sehr rasch senkrecht zum einfallenden Lichte ein. Durch die allgemeine, stark papillöse Vorwölbung der Epidermisaussenwände ist das junge Blatt in der Lage, die Richtung des einfallenden Lichtes zu perzipieren. Nun erst, nach der ersten Einstellung, differenziert sich in der Aussenwand allmählich exzentrisch die Papille und dadurch wird eine bestimmte Partie der äusseren Plasmahaut nach und nach an eine hohe Lichtintensität gewöhnt; es wird also der tonische Zustand der Plasmahaut erst durch die Entwicklung der Papille angezüchtet. Ausgeschlossen ist es natürlich nicht, dass diese Anzüchtung schon im Laufe der phylogenetischen Entwicklung vor sich gegangen ist und sich nicht erst jedesmal im Laufe der Ontogenie wiederholt. Schliesslich schwindet infolge der Verflachung der Aussenwand das allgemeine lichte Mittelfeld in der Zelle, und es wirkt nur mehr die Papille. Durch die starke Lichtkonzentration und die scharfe Begrenzung des Bildes ermöglicht diese dann eine sehr genaue Einstellung des Blattes. In der freien Natur entwickeln, wie ich beobachten konnte, die *Adoxa*-Pflanzen ihre Laubblätter schon Anfang April, vor dem Laubausbruche des darüber befindlichen Buschwerkes. Die jungen Blätter fand ich insgesamt genau horizontal orientiert. Später, als sich über den Pflanzen bereits ein dichtes Laubdach ausgebildet hatte, konnten sich die Blätter mit Hilfe der nunmehr entwickelten Linsen und lichtgewöhnten Stellen der Plasmahaut genau nach den Lücken desselben einstellen.

Die als Linse wirkende Papille ist stets dickwandiger als die übrige Aussenwand, meist von konkavkonvexer (Taf. X, Fig. 1), manchmal von fast plankonkaver Gestalt (Taf. X, Fig. 3). Die Cuticula zieht in unveränderter Stärke über sie hinweg. Mit Chlorzinkjod behandelt reagiert die Papille wie die ganze Aussenwand auf Cellulose; auch die Behandlung mit verschiedenen Farbstoffen liess keine chemische Verschiedenheit erkennen. Schliesslich sei noch bemerkt, dass die optischen Achsen der Linsen zum Teil nicht genau senkrecht auf den Innenwänden der Epidermiszellen stehen, sondern etwas gegen die Blattspitze zu geneigt sind. Es ist dies an den Basen der Teilblätter zu beobachten, dort wo diese in den Blattstiel übergehend bei horizontaler Lage der Blattspreite etwas nach abwärts neigen. Wie Messungen zeigten, sind die Winkel, welche die optischen Achsen mit den auf die Innenwände gezogenen Vertikalen einschliessen, ebenso gross wie die Neigungswinkel der Blattbasen; sie betragen bis ca. 25°. Daraus ergibt sich, dass, wenn die optischen Achsen der Zellen der Blattfläche zum einfallenden Lichte parallel stehen, auch die der basalen Zellen diesem parallel sind.

Die Zellen selbst sind gänzlich chlorophyllfrei. Ihr Inhalt besteht im wesentlichen aus klarem, durchsichtigen Zellsaft, der von einem substanzarmen Plasmaschlauch umschlossen wird. Der Zellkern liegt regelmässig der basalen Zellwand an (Taf. X, Fig. 1 und 2).

Die Epidermis der Blattunterseite zeigt von der Fläche betrachtet ein ähnliches Bild wie die der Oberseite; doch enthalten die Zellen stets Chlorophyllkörner und sind von zahlreichen Spaltöffnungen unterbrochen. Am Querschnitt dagegen sehen die Zellen ganz anders aus; sie sind nieder kaum nach aussen vorgewölbt und besitzen keine Papille. Demgemäss zeigen sie beim Linsenversuch auch keinerlei Bild.

Um das Verhalten der Blätter bei gestörter Linsenfunktion zu prüfen, wurden folgende Versuche vorgenommen. Es wurden mehrere ausgewachsene Pflanzen von *Adoxa* eingetopft und in Zinkkästen einseitiger Beleuchtung ausgesetzt. Nach zwei Tagen waren alle Blätter senkrecht zum Lichteinfall orientiert.[1] Nunmehr wurde an einem grundständigen, knapp über der Basis dreigeteilten Blatte der primäre Endabschnitt (bezw. dessen Teilblätter) dicht mit einem Brei von chinesischer Tusche bestrichen und der Topf in der heliotropischen Kammer um 90° gedreht. Nach drei Tagen waren alle Blätter in die neue Lichtlage eingerückt. Auch die unverdunkelten primären Blattabschnitte der Versuchspflanze hatten sich eingestellt, dagegen hatte der mit Tusche geschwärzte Endabschnitt seine Lage nicht im geringsten verändert; er wich in seiner Neigung zur Horizontalen um ca. 55° von den eingestellten Blättern ab. Figur 5 auf Tafel XI zeigt etwas verkleinert die Pflanze am Ende des Versuches. Auch nach weiteren drei Tagen war keine Einstellung erfolgt. — Bei einem zweiten Versuche wurden die drei Abschnitte eines Blattes mit Schirmen aus mattem, schwarzen Papier bedeckt und diese an den Blatträndern umgebogen. Der Blattstiel sowohl als auch die Stiele der Teilblätter waren vollkommen frei. Nach drei Tagen zeigte das um 60° gegen den Lichteinfall gedrehte Blatt folgendes Aussehen: die beiden kleineren seitlichen Teilblätter waren genau horizontal orientiert, der endständige grösste Blattabschnitt dagegen hatte sich stark nach abwärts geneigt. Offenbar war hier das Gewicht der Papierfläche für den Blattstiel zu gross, sodass eine Lastkrümmung eingetreten war; die Kontrollpflanzen hatten ihre Blätter senkrecht zu dem seitlich einfallenden Lichte orientiert.

Aus diesen beiden Versuchen geht klar hervor, dass der in beiden Fällen völlig unbeschädigte und unverdunkelte

---

[1] Die Versuche wurden Ende April im Freien vorgenommen: die damals herrschenden niederen Temperaturen und geringen Lichtintensitäten dürften die relativ langsame Einstellung verursacht haben.

Blattstiel bei *Adoxa* allein nicht imstande ist, das Blatt in die fixe Lichtlage zu bringen. Vielmehr erfolgt die Einstellung des ausgewachsenen Blattes ausschliesslich durch die Linsenfunktion der Epidermiszellen.

Cynocrambe prostrata Gärtn.

(Thelygonum Cynocrambe L.)

Während eines Aufenthaltes auf der Insel Lussin zu Ostern dieses Jahres nahm ich an einer Reihe von Schattenpflanzen der dortigen Flora den Linsenversuch vor, um ihr optisches Verhalten zu prüfen. Bei mehreren derselben kommt infolge papillöser Vorwölbung der Epidermiszellen der Blattoberseite in diesen ein helles Mittelfeld, umgeben von einer dunklen Randzone, zustande; so besonders schön bei *Arum italicum* Mill., *Arisarum vulgare* T. Torr. und *Linaria Cymbalaria* L. Die Blätter dieser drei Pflanzen sind transversalheliotropisch.

Spezielle optische Einrichtungen fand ich nur bei *Cynocrambe prostrata.* Die Pflanze wächst an Felsen und Mauern und trägt ausgesprochen transversalheliotropische Blätter, welche auf der Oberseite eine papillöse, spaltöffnungslose Epidermis besitzen. Jede Zelle derselben zeigt beim Linsenversuch ein sehr helles kleines Bild, welches in der Regel genau auf die Epidermisinnenwand fällt (Taf. XI, Fig. 6). Die im hiesigen botanischen Garten gezogenen Pflanzen zeigten das gleiche optische Verhalten. Wie bei *Adoxa* befindet sich das Bild in der Nähe des gegen die Blattspitze zugekehrten Zellendes; doch ist die Entfernung von der Zellmitte hier keine so grosse, und in den Kotyledonen, deren Epidermiszellen sich optisch von denen der Laubblätter nicht unterscheiden, liegt das Bild wenigstens annähernd zentral (Taf. XI, Fig. 7).

Die anatomische Untersuchung zeigte, dass auch bei *Cynocrambe* das Bild durch Linsen erzeugt wird, die der Epidermisaussenwand angehören. Trotzdem nun diese beim Linsenversuch insgesamt die gleiche optische Wirkung haben, ist ihr anatomischer Bau doch ein ziemlich verschiedener. Es soll zunächst das in Lussin gesammelte und in Alkohol konservierte Material besprochen werden. Die Epidermisaussenwände der Blattoberseite sind vorgewölbt und ziemlich dickwandig. An einer bestimmten Stelle erheben sie sich zu einer nur schwach nach aussen vorspringenden Papille, in welche das Lumen in Form eines Tüpfels hineinreicht, sodass eine konkav-konvexe Linse zustande kommt (Taf. X, Fig. 7 und 8a). An anderen Stellen ist dagegen der Aussenwand eine bikonvexe Linse eingesetzt (Taf. X, Fig. 6 und 8c), in wieder anderen finden sich Übergänge zwischen beiden Typen (Taf. X, Fig. 8b).

Die Epidermis der Blattunterseite besitzt keine Papille oder Linse und ist optisch unwirksam. Die Cuticula zieht in der Regel unverändert über die Papillen hinweg, nur am Blattrand, wo sich stets konkavkonvexe Linsen befinden, ist sie über diesen leicht gefältelt (Taf. X, Fig. 7). Chemisch scheint sich die Papille von der übrigen Aussenwand nicht zu unterscheiden. Die im hiesigen botanischen Garten gezogenen jungen Pflanzen von *Cynocrambe* besitzen eine viel zartere Epidermisaussenwand und in dieser stets bikonvexe Linsen. Diese sind am auffallendsten in den Kotyledonen entwickelt; sie befinden sich in der Mitte der vorgewölbten Aussenwand und springen nach aussen nur wenig, nach innen dagegen in Form einer kleinen Halbkugel vor (Taf. X, Fig. 4 und 5a). Die exzentrisch liegenden Linsen der Laubblätter sind viel flacher (Taf. X, Fig. 5b).

Eine Pflanze von *Cynocrambe* wurde eingetopft und in einer heliotropischen Kammer einseitig beleuchtet. Nach 5 Stunden waren die Blätter genau senkrecht zum Lichteinfall orientiert, nur die beiden untersten Blattpaare hatten sich nicht eingestellt; es scheint, dass die Blätter mit höherem Alter die Fähigkeit dazu verlieren. Nun wurde die Spreite eines der obersten Blätter mit Stanniol bedeckt und die Pflanze um 90° gedreht. Nach sechsstündiger Beleuchtung befanden sich die Blätter bereits in der neuen Lichtlage, ausgenommen das mit Stanniol bedeckte Blatt. Dieses hatte sich nach aufwärts gewendet und stand jetzt fast horizontal, während das gegenständige, wie alle übrigen Blätter, infolge des seitlichen Lichteinfalles eine fast vertikale Lage einnahm. Nunmehr wurde der Stanniolverband entfernt. Schon nach 6 Stunden hatte sich das früher verdunkelte Blatt um ca. 30° gegen den Lichteinfall zu geneigt und nach weiteren 28 Stunden stand es vertikal wie die anderen. Auch bei *Cynocrambe* ist also der Blattstiel allein nicht imstande, das Blatt in die fixe Lichtlage zu bringen; vielmehr ist es die mit einem Sinnesepithel versehene Spreite, welche die Einstellung ermöglicht.

II.

Zur Prüfung des optischen Verhaltens der als Lichtsinnesorgane fungierenden Epidermiszellen unter natürlichen Umständen wurden zwei Versuche vorgenommen, welche im folgenden kurz beschrieben werden sollen.

Zunächst wurde ein Präparat von *Adoxa* für den Linsenversuch hergestellt, wobei das Deckglas mit Kanadabalsam auf den Ring der feuchten Kammer geklebt wurde. Nachdem eine günstige Stelle des Präparates eingestellt worden war[1]), wurden vom Mikroskopstativ Blende und Spiegel entfernt, das Okular mit Wachs im Tubus befestigt und die feuchte Kammer am Objekttisch festgeklemmt. Das so vorbereitete Mikroskop wurde nun umgelegt, ins Freie gebracht und damit nach verschiedenen Objekten (Bäumen, Häusern usw.) visiert. Es stellte sich heraus, dass man in den Zellen ganz deutliche Bilder derselben erhält. Um die natürlichen Verhältnisse vollkommen nachzuahmen, wurde schliesslich unter einem Kastanienbaum das Mikroskop vertikal aufwärts nach den Lücken im Laubdache gerichtet. Da die letzteren als Öffnungen von Blenden wirken, ist der Lichtkontrast in den Zellen ein sehr auffallender und das Bild klein und sehr scharf: es zeigt die vom grünen Laubwerk umschlossenen Stellen des Lichteinfalles. Bei diesem Versuch liegen die Verhältnisse genau so, wie bei einem Blatte, das an seinem natürlichen Standorte im Schatten von Bäumen oder Sträuchern aufgewachsen ist und sich nach der Stelle des stärksten Lichteinfalles gewendet hat. Es müssen daher in einem solchen Blatte auch die optischen Verhältnisse ganz die gleichen sein. — Dieser zunächst mit *Adoxa* vorgenommene Versuch wurde dann mit mehreren Pflanzen mit Lichtsinnesorganen (*Cynocrambe*, *Anthurium Warocqueanum*, *Lonicera fragrantissima* u. a.) wiederholt und gab natürlich stets das gleiche Resultat.

---

[1]) Die Vergrösserung betrug 370.

Eine zweite Reihe von Versuchen wurde in folgender Weise angestellt. Es wurde die Epidermis der Blattoberseite von *Cynocrambe* mit dem Messer abgetragen, das Präparat sofort auf photographisches Kopierpapier (Celloidinpapier) gelegt und nun in der Nähe des Fensters dem Lichte exponiert. Die nicht zu dunkel kopierten, getonten und fixierten Bilder zeigten nun unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht (Vergr. 60—100) betrachtet, folgendes: jede der sich deutlich abbildenden Zellen enthält etwas exzentrisch ein kleines, kreisrundes, dunkelbraunes Feld, das scharf gegen einen breiten, viel lichteren, oft fast weissen Hof abgegrenzt ist. Es ist dies natürlich die beim Linsenversuch hell erscheinende Stelle. Dieser schon früher von HABERLANDT mit anderen Pflanzen vorgenommene Versuch wurde nun in einer Weise abgeändert, die den natürlichen Verhältnissen möglichst nahekommt. An einem im Freien befindlichen Strauche von *Lonicera fragrantissima* wurde von einem Blatte ein Teil der oberen Epidermis mit dem Messer abgetragen, das Präparat auf ein kleines Stück Kopierpapier gelegt und dieses nun mit Wachs an der Stelle des Blattes befestigt, von welcher der Schnitt genommen war, so zwar, dass sich das Epidermisstückchen möglichst genau in seiner ursprünglichen Lage befand. Die fertiggestellten Bilder zeigten sehr deutlich in der Mitte jeder Zelle einen kreisrunden, kleinen dunklen Fleck inmitten eines hellen Hofes. Der gleiche Versuch wurde mit einem *Anthurium* vorgenommen und ergab dasselbe Resultat.

Schliesslich wurde noch untersucht, ob die Lichtsinnesorgane der Laubblätter auch dann noch zu fungieren imstande sind, wenn das Licht von allen Seiten her einfällt, wenn also die Pflanze sich unter freiem Himmel befindet, ohne dass von irgend einer Seite das Licht abgeblendet wird. Für diesen Zweck lässt sich der Linsenversuch mit dem Mikroskop nicht verwenden. Man kann zwar in der früher beschriebenen Weise mit dem Mikroskop auch senkrecht gegen das Himmelsgewölbe visieren und sieht dann deutlich ein — freilich grösseres — lichtes Mittelfeld von einer dunklen Randzone umgeben. Es wäre aber möglich, dass in diesem Falle das lichte Feld nur dadurch zustande kommt, dass infolge zu geringen Öffnungswinkels der Objektivlinse die seitlich auf die Epidermiszellen fallenden Lichtstrahlen nicht mehr in das Mikroskop gelangen. Die Richtigkeit dieses Bedenkens lässt sich mittels des direkten photographischen Verfahrens leicht und völlig einwandfrei prüfen. Es wurde, zunächst von *Cynocrambe*, in der früher beschriebenen Weise ein Präparat auf photographisches Papier gebracht und an einem trüben Tage im Garten horizontal auf den Boden gelegt. Der Platz war so gewählt worden, dass von allen Seiten des Himmelsgewölbes her Strahlen einfallen konnten. Die Bilder zeigten unter dem Mikroskop betrachtet in jeder Zelle ein kleines dunkles Mittelfeld; die grosse Randzone war bedeutend lichter als dieses, aber begreiflicherweise dunkler als bei den im Zimmer angestellten Versuchen, wo das Fenster als Blendenöffnung wirkt. Derselbe Versuch wurde mit *Lonicera fragrantissima* mit demselben Erfolge wiederholt. Da sowohl *Cynocrambe* als *Lonicera* Linsen in den Aussenwänden besitzen, musste unter allen Umständen in den Zellen ein mehr oder minder scharf begrenztes Bild zustande kommen. Es wurde nun noch *Anthurium Warocqueanum*, bei welchem spezielle optische Einrichtungen in der Aussenwand fehlen, in der angegebenen Weise untersucht. Jede Zelle zeigt im Bilde ein sehr dunkles Zentrum, welches allmählich in den bedeutend lichteren Rand übergeht. Es kommen also auch bei allseitiger Beleuchtung — und diese muss als für Schattenpflanzen unnatürlich bezeichnet werden — in den Zellen Lichtkontraste zustande, welche hinreichen, an dem Blatt eine Einstellung zu ermöglichen.

Graz, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Adoxa Moschatellina L.

Fig. 1. Medianer Längsschnitt durch eine Zelle der Epidermis der Blattoberseite eines ausgewachsenen Blattes; darunter Armpallisaden. Vergr. ca. 625.

„ 2. Querschnitt durch die obere Epidermis eines jungen Blattes (Spreitenlänge 8 *mm*). Vergr. ca. 625.

Fig. 3. Längsschnitt durch eine fast plankonvexe Linse einer Epidermiszelle. Vergr. ca. 1000.

Cynocrambe prostrata Gärtn.

Fig. 4. Längsschnitt durch eine Zelle der oberen Epidermis eines Keimblattes. Material aus dem botanischen Garten in Graz. Vergr. ca. 370.

„ 5. *a* Linse eines Keimblattes, *b* eines Laubblattes im Längsschnitt. Material wie oben. Vergr. ca. 1000.

„ 6 Längsschnitt durch eine Epidermiszelle mit bikonvexer Linse. Diese und die folgenden Abbildungen nach Präparaten des in Lussin gesammelten Materials. Vergr. ca. 370.

„ 7. Querschnitt durch eine Epidermiszelle des Blattrandes mit konkavkonvexer Linse. Vergr. ca. 370.

„ 8. *a*, *b* und *c*. Die Linsen der Aussenwände im Längsschnitt. Vergr. ca. 1000.

Tafel XI.[1]

Die Mikrophotographien wurden mittels eines Vertikalapparates von REICHERT hergestellt. Sie zeigen die Verteilung des Lichtes in den Epidermiszellen beim Linsenversuch. Einstellung stets auf die Innenwände der Epidermis. Beleuchtung mittels eines Planspiegels bei diffusem Tageslicht. Höhe des Glasringes der feuchten Kammer (siehe HABERLANDT, Lichtsinnesorgane, S. 142) 6 *mm*. Durchmesser der kreisrunden Öffnung der Zylinderblende 2 *mm* (ausgenommen Fig. 4). Objektive und Expositionszeiten siehe unten. Das auf den Objekttisch auffallende Licht wurde mittels eines Schirmes aus schwarzem Papier abgeblendet. Die Aufnahmen wurden zum Teil nach lebendem, zum Teil nach in Alkohol fixiertem und dann in Wasser übertragenem Material hergestellt. Die Verwendung des letzteren ist völlig einwandfrei, da die Epidermiszellen weder Chlorophyll noch sonst einen Farbstoff enthalten und der Linsenversuch mit Alkoholmaterial genau dasselbe Bild wie mit lebendem gibt. Dabei hat die Verwendung von Alkoholmaterial den grossen Vorzug, dass die Zellen bei der Präparation und während der Aufnahme nicht einsinken oder gänzlich kollabieren, was sich bei lebendem Material schwer vermeiden lässt; ferner ist das scharfe Abtragen der Epidermis an fixiertem Material viel leichter auszuführen.

Adoxa Moschatellina.

Fig. 1. Junges Blatt, Spreitenlänge 8 *mm*. Objektiv 7, Okular I von LEITZ, Vergr. 370, Expositionszeit 3 Min.

„ 2. Eine Zelle eines ausgewachsenen Blattes. Homog. Imm. $^1/_{18}$, Okular I, Vergr. 570, Expositionszeit 3 Min.

„ 3. Dasselbe, Objektiv 7, Okular 1, Vergr. 370, Expositionszeit 2 Min.

„ 4. Dieselbe Zelle ohne Blende aufgenommen. Vergr. 370, Expositionszeit 1 Min.

„ 5. Versuchspflanze von *Adoxa*. *a* der mit Tuschbrei bestrichene Blattabschnitt. Da keine orthochromatischen Platten verwendet wurden, unterscheidet er sich in der Helligkeit nicht von den grünen Blättern. Etwas verkleinert.

Cynocrambe prostrata.

Fig. 6. Epidermis eines Laubblattes, Objektiv 6, Okular I. Vergr. 275, Expositionszeit 2 Min.

„ 7. Epidermis eines Keimblattes, Objektiv 7, Okular I. Vergr. 370, Expositionszeit 2 Min.

---

[1] Sämtliche Bilder ohne Retouche nach Positivkopien.

40. Jos. Heinr. Schweidler: Die systematische Bedeutung der Eiweiss- oder Myrosinzellen der Cruciferen nebst Beiträgen zu ihrer anatomisch-physiologischen Kenntnis.

Vorläufige Mitteilung.

Mit Tafel XII.

Eingegangen am 15. Juli 1905.

Für die Familie der Cruciferen gibt sich in neuerer Zeit ein stetig steigendes Interesse kund, das ganz besonders durch die Arbeiten SOLMS-LAUBACH's[1]) hervorgerufen und genährt wurde. Dieses Interesse ist insofern sehr gerechtfertigt, als wir in den Cruciferen eine ausserordentlich einheitliche und in sich geschlossene Pflanzengruppe vor uns haben, die sich gegen verwandte Familien leicht und scharf abgrenzen lässt, bei deren innerer Gliederung und Einteilung jedoch eingestandenermassen[2]) noch keine Klärung erzielt worden ist, so dass ein wirklich einheitliches und natürliches Cruciferensystem noch in weiter Ferne liegt. Den Grund dieser Erscheinung hat man in der grossen morphologischen Gleichförmigkeit der zur Einteilung verwendeten vegetativen und reproduktiven Organe zu suchen.

Überblickt man die bisher in der Cruciferensystematik von den verschiedenen Autoren herangezogenen Merkmale[4]), so wird man bemerken, dass sämtliche Charaktere der äusseren Morphologie angehören. Die Anatomie der Cruciferen war — mit Ausnahme des erfolglosen Versuches DENNERT's, den feineren Bau des Gefässbündelringes auf seine systematische Verwertbarkeit zu prüfen[5]) — für die Einteilung der Cruciferen bisher noch nicht herangezogen worden.

Von Prof. E. HEINRICHER, meinem hochverehrten Lehrer, angeregt, habe ich mir nun zur Aufgabe gemacht, die von ihm entdeckten und schon im Jahre 1886[1]) für eine Untersuchung vom systematischen Standpunkte aus empfohlenen eigentümlichen Idioblasten, die „Eiweissschläuche“, auf ihren systematischen Wert hin zu prüfen und dieses anatomische Merkmal eventuell für die Cruciferensystematik zu erschliessen. Als Ausgangspunkt meiner Untersuchungen wählte ich auf Anraten Prof. HEINRICHER's die Gattung *Arabis*, welche ich bisher am genauesten untersucht habe, während von zahlreichen anderen Gattungen nur einzelne herausgegriffene Arten bezüglich ihrer Eiweisszellen geprüft worden sind. Mit Benutzung der einschlägigen Literatur lassen sich bereits jetzt, obwohl die Untersuchung noch lange nicht abgeschlossen ist, einige für die Systematik der Familie bedeutsame Schlüsse ziehen.

---

[1]) H. Graf ZU SOLMS-LAUBACH, Cruciferenstudien I.—III. Botan. Zeitung 1900, S. 167; 1901, S. 61; 1903, S. 59.

[2]) Vergl. R. VON WETTSTEIN, Die Gattungen *Erysimum* und *Cheiranthus*. Österr. Bot. Zeitschr. 1889, S. 243, 281 u. 327; G. VON BECK, Einige Bemerkungen zur systematischen Gliederung unserer Cruciferen. Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien XL. 1890, S. 13 ff.; PRANTL, Cruciferen in ENGLER und PRANTL, Die natürlichen Pflanzenfamilien, III. Teil, 1. Hälfte, 2. Abt. S. 152; SOLMS-LAUBACH, a. a. O. III. S. 72.

[4]) Vergl. G. VON BECK, a. a. O. S. 13.

[5]) E. DENNERT, Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Laubstengels der Cruciferen. WIGAND's Botanische Hefte I, 1885, S. 83—120.

Neben der Hauptfrage nach dem systematischen Wert der Cruciferenidioblasten verfolgte ich aber auch einige Punkte anatomisch-physiologischer Natur, wobei ich meine Aufmerksamkeit hauptsächlich den Inhaltsbestandteilen der Idioblasten zuwendete. Auch diesbezüglich haben sich einige bemerkenswerte Resultate eingestellt.

Indem ich nun die genaueren Einzelheiten und die ausführliche Begründung der hier angeführten Befunde und Behauptungen einer späteren ausführlicheren Publikation vorbehalte, für welche noch eine Reihe von weiteren Untersuchungen anzustellen sein wird, sollen in der vorliegenden vorläufigen Mitteilung die Tatsachen und die aus diesen nach meinem Dafürhalten zu ziehenden Schlüsse in folgenden, zwangslos aneinander gereihten Punkten zusammengefasst werden.

I. Im Gegensatz zu der bisherigen Ansicht, dass die Eiweiss- oder Myrosinzellen der Cruciferen durchaus chlorophyllfreie Zellen seien[2]), wurde festgestellt, dass solche Idioblasten, welche im assimilierenden Mesophyll der Blätter auftreten — Mesophyll-Idioblasten —, Chlorophyllkörner enthalten (Taf. XII, Fig. 1). Im Gewebe der Leitbündel auftretende Eiweisszellen — Leitbündel-Idioblasten — enthalten kein Chlorophyll. Die Chloroplasten der Eiweisszellen erscheinen meist kleiner, blasser und weniger zahlreich als in den umliegenden Assimilationszellen. Ausser in den Mesophyll-Idioblasten grüner Laubblätter sind Chlorophyllkörner in den Eiweisszellen der grünen Keimblätter junger Pflänzchen — und hier ganz besonders leicht — zu beobachten.

---

[1]) E. HEINRICHER, Die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhoeadinenreihe. Mitteil. aus dem bot. Inst. Graz 1886.

[2]) L. GUIGNARD, Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. Journ. de Bot. T. IV, 1890, S. 16 des Sonderabdruckes; E. HEINRICHER, a. a. O. S. 54; W. SPATZIER, Über das Auftreten und die physiologische Bedeutung des Myrosins in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. 1893, XXV., S. 61.

Bisher habe ich Chloroplasten in den Eiweisszellen der Blätter bei folgenden Cruciferen gefunden, die dementsprechend alle Mesophyll-Idioblasten besitzen; *Arabis alpestris* Schleich., *ciliata* R. Br., *hirsuta* Leop., *rosea* DC., *sagittata* DC.; *Brassica nigra* Koch, *Napus* L., *oleracea* L.; *Cochlearia Armoracia* L.; *Sinapis alba* L.; *Raphanus sativus* L.

Die Prüfung weiterer Cruciferen wird zweifellos zeigen, dass die Chloroplasten einen integrierenden Bestandteil jener Eiweisszellen ausmachen, die im Assimilationsgewebe der Blätter lokalisiert sind. Ferner halte ich es für wahrscheinlich, dass auch die Grundgewebe-Idioblasten im Rindenparenchym der Stengel und in den grünen Blattorganen der Blütenregion chlorophyllhaltig sind.

Als Ursachen, welche es erklären, dass der Chlorophyllgehalt der Eiweisszellen in den Blättern gewisser Cruciferen bisher der Beobachtung entgangen ist, sind anzuführen: 1. die relative Kleinheit der Chloroplasten in den Eiweisszellen (Taf. XII, Fig. 1), 2. die starke Lichtbrechung der im Zellsaft gelösten Eiweisssubstanz der Idioblasten, 3. die schwächere Grünfärbung der Chloroplasten in den Eiweisszellen, 4. ihre relativ geringe Anzahl im Vergleich zu den Zellen des umliegenden Assimilationsgewebes, 5. die Schwierigkeit, die Chloroplasten in fixierten Schnitten durch Färbung hervorzuheben, und zwar wegen der gleichsinnigen Färbbarkeit des Idioblasteneiweisses. Man ist also fast ausschliesslich auf lebende Schnitte angewiesen, und hier ist es 6. überhaupt schon schwer, auch nur die Eiweisszellen überhaupt zu finden, und zwar hauptsächlich wegen der in den Intercellularen vorhandenen Luft.

Die Chlorophyllkörner der Eiweisszellen erscheinen wegen ihrer Kleinheit, numerischen Reduktion und schwachen Grünfärbung als reduzierte oder in ihrer Entwicklung gehemmte Gebilde, doch wurde ihre Funktionstüchtigkeit durch den Nachweis von Stärke in den Eiweisszellen und in den Chloroplasten derselben erwiesen.

II. Das von HEINRICHER[1]) in einem einzelnen Falle konstatierte Vorkommen von auffallenden Eiweissmengen in den Epidermiszellen der Blätter von *Moricandia arvensis* DC. konnte ich zu wiederholten Malen beobachten. Es ist dies eine durch Verwundung der Epidermis mit dem schneidenden Messer hervorgerufene Wundreizerscheinung, die im innigsten Zusammenhange mit der bei dieser Pflanze durchaus subepidermalen Lage der Eiweisszellen steht. Bei der Herstellung von Flächenschnitten durch Blätter von *Moricandia arvensis* findet als Folge der Verletzung den Eiweisszellen benachbarter Epidermiszellen ein Übertritt der im Zellsaft gelösten Eiweisssubstanz aus den subepidermalen Eiweiss- in darüberliegende Epidermiszellen statt, und zwar in der Richtung auf die verwundete Epidermiszelle zu (Taf. XII, Fig. 2—4. Vergl. auch die Figurenerklärung).

---

[1]) E. HEINRICHER, Die Eiweissschläuche der Cruciferen und verwandte Elemente in der Rhoeadinenreihe. Mitteil. aus dem bot. Inst. Graz 1886, S. 32.

Diese Erscheinung ist manchmal von einer in derselben Richtung erfolgenden Kernwanderung begleitet, welche in ähnlicher Weise zu verlaufen scheint, wie die von MIEHE[1]) beschriebenen pathologischen Kernwanderungen in den Epidermiszellen gewisser Monokotyledonen. Ich fand in manchen Idioblasten keinen Zellkern, dafür aber in unmittelbar damit zusammenhängenden Epidermiszellen, in welche aus dem Idioblasten ein Übertritt von Eiweiss stattgefunden hatte, deren zwei (Taf. XII, Fig. 4), woraus hervorgeht, dass die Idioblastenzellkerne den Übertritt der Eiweisssubstanz unter Umständen mitmachen. Hier nur soviel. Eine genauere Beschreibung des ganzen Vorganges und seiner Bedingungen sowie seiner Beziehungen zu den MIEHE'schen Kernwanderungen und pathologischen Vorgängen überhaupt behalte ich einer späteren Mitteilung vor.

III. Bezüglich der Löslichkeit des durch geeignete Fällungsmittel in den Idioblasten hervorgerufenen Eiweisskoagulates stehen die Angaben HEINRICHER's[2]) einerseits, GUIGNARD's[3]) und SPATZIER's[4]) andererseits in einem gewissen Widerspruch, indem ersterer angibt, das erzeugte Koagulat sei in Wasser und Glycerin unlöslich, während die letzteren eine gewisse Löslichkeit des Koagulates behaupten. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich nun, wie ich gefunden habe, ganz einfach in der Weise, dass der eiweissartige Inhalt nach rascher, plötzlicher Fällung (mittelst Alkohol oder Formalin), wobei er in Form feinster Körnchen koaguliert, tatsächlich in Wasser und Glycerin wieder aufgelöst werden kann, während er nach langsamer Einwirkung des Fällungsmittels, wobei das Koagulat grobkörnig wird, seine Löslichkeit einbüsst[5]). Fällung und Wiederauflösung können im ersten Falle mehrmals wiederholt werden, ohne dass das Eiweiss aus der Zelle verschwindet (kolloidale Lösung).

IV. Die Lokalisation und Ausbildung der Idioblasten in den Kelchblättern, Kronblättern und Schotenklappen ist nicht nur bei

---

1) H. MIEHE, Über Wanderungen des pflanzlichen Zellkernes. Flora oder allgem. bot. Zeitung, Bd. 88, 1901 S. 105.

2) E. HEINICHER, a. a. O. S. 54.

3) L. GUINGNARD, Recherches sur la localisation des principes actifs des Crucifères. Journ. de Bot. T. IV., 1890, S. 6 des Separatabdruckes.

4) W. SPATZIER, Über das Auftreten und die physiologische Bedeutung des Myrosins in der Pflanze. Jahrb. f. wiss. Bot. 1893, XXV., S. 57.

5) Auf letztere Erscheinung ist die Angabe HEINRICHER's zurückzuführen, der zunächst die Verbreitung der von ihm entdeckten Eiweisszellen zu verfolgen bestrebt war und fast ausschliesslich in Alkohol eingelegtes Pflanzenmaterial benützte.

den untersuchten Arten der Gattungen *Arabis* und *Turritis*, sondern, wie zahlreiche Stichproben aus anderen Verwandtschaftskreisen gezeigt haben, in der ganzen Familie im wesentlichen dieselbe wie in den Laubblättern. Hält man diesen Satz mit den Resultaten GUIGNARD's[1]) zusammen, welcher fand, dass „die Lokalisation der Myrosinzellen im Samen derjenigen entspricht, welche man in den vegetativen Organen und insbesondere im Blatte antrifft", so lässt sich sagen, ihre Lokalisation ist in sämtlichen Organen der Cruciferen (abgesehen von den ungenügend untersuchten Wurzeln und Staubblättern) im wesentlichen eine korrespondierende — d. h.: sind die Eiweisszellen in den Blättern der Pflanze als Mesophyll-Idioblasten ausgebildet, so werden wir in sämtlichen Blattorganen derselben Pflanze einschliesslich der Keimblätter in den Samen Idioblasten nur im Blattparenchym, in den Stengeln hauptsächlich im Grundgewebe der Rinde antreffen; sind sie hingegen im Blatte als Leitbündel-Idioblasten entwickelt, so werden wir sie auch in allen übrigen Organen stets im Gewebe der Leitbündel vorfinden.

V. Die Gattung *Arabis* L. [in ihrer weitesten Fassung genommen[2])] zerfällt nach der Art und Weise der Ausbildung und Lokalisation der Eiweisszellen in folgende Gruppen:

A. Arten mit chlorophyllfreien, meist prosenchymatischen „Leitbündel-Idioblasten" (Taf. XII, Fig. 5—9).

  a) Ausschliesslich Phloëmbeleg-Idioblasten", d. h. Eiweisszellen, welche als Vertreter einzelner Zellen der mechanischen Belege vor den Siebteilen erscheinen und in ihrer Gestalt und Grösse mit den Faserzellen der Phloëmbelege mehr oder weniger übereinstimmen (Taf. XII, Fig. 5 und 6).

    1. Sektion: *Turritis* L. Untersuchte Arten: *A. glabra* Weinm. (*Turritis gl.* L.); *A. Turczaninowii* Ledeb. (*Turritis falcata* Turcz.), *A. Drummondii* A. Gray (*Turritis stricta* R. Grah.).

  b) Ausser reinen „Phloëmbeleg-Idioblasten" auch solche, welche mit ihren spitz zulaufenden Enden noch unzweifelhaft in den Phloëmbelegen liegen (Taf. XII, Fig. 8), deren mittlere Partien jedoch (insbesondere am Querschnitt: Taf. XII, Fig. 7) die Lage von Parenchymscheidenzellen einnehmen, indem sie mit dem Intercellularensystem des Blattparenchyms in direktem Kontakt stehen (Taf. XII, Fig. 8); und schliesslich auch

---

1) L. GUIGNARD, Sur la localisation des principes actifs dans la graine des Crucifères. Comptes rendus T. 111, 1890, S. 920.

2) K. FRITSCH, Beiträge zur Flora der Balkanhalbinsel, II. Teil. Verh. der k. k. zool.-bot. Ges. in Wien XLIV, 1894, S. 309.

solche Idioblasten, welche vollständig in der Parenchymscheide liegen, deren Ursprung jedoch, wie ich glaube, auf „Phloëmbeleg-Idioblasten“ zurückzuführen ist (Taf. XII, Fig. 9).

2. Sektion: *Cardaminopsis* Boiss. Untersuchte Arten: *A. Halleri* L. (*Cardamine Halleri* Prantl), *A. ovirensis* Wulf., *A. arenosa* Scop. (*Cardamine arenosa* Roth.).

B. Arten mit chlorophyllführenden, parenchymatischen, von gewöhnlichen Mesophyllzellen wenig oder gar nicht verschiedenen „Mesophyll-Idiobasten“ (Taf. XII, Fig. 10).

3. Sektion: *Pseudarabis* C. A. Mey.

4. Sektion: *Turritella* C. A. Mey. Arten: *A. Allionii* DC., *alpestris* Schleich., *bellidifolia* Jacq., *bryoides* Boiss., *ciliata* R. Br., *digenea* Fritsch, *furcata* Watson, *hirsuta* Scop., *procurrens* W. et K., *rosea* DC., *sagittata* DC., *Scopoliana* Boiss., *sudetica* Tausch., *Vochinensis* Spreng.

C. Arten, bei welchen keine Eiweisszellen gefunden wurden, welche aber in den Schliesszellen der Spaltöffnungen einen mit ähnlichen Eigenschaften ausgestatteten eiweisshaltigen Zellsaft besitzen, wie die echten Eiweiss-Idioblasten oder Myrosinzellen der Cruciferen und die Schliesszellen der Resedaceen.[1] Der eiweissführende Zellsaft der Schliesszellen koaguliert beim Einlegen der Blätter dieser Pflanzen in Alkohol je nach dem Eiweissreichtum der Schliesszellen in grösseren oder kleineren kugeligen Körnern oder unregelmässigen Massen (Taf. XII, Fig. 11). Die morphologische Übereinstimmung der hierher gehörigen Arten mit denen der Sekt. *Pseudarabis* und *Turritella*, die sich hauptsächlich in einem ausgeprägten *Alyssineen*-Habitus, insbesondere aber in dem für Mesophyll-Idioblasten besitzende Cruciferen im allgemeinen charakteristischen Besitz von ganzen, ungeteilten Blättern äussert, spricht dafür, dass diese Gruppe wenigstens ursprünglich Mesophyll-Idioblasten besessen hat, die durch Reduktion der Eiweissspeicherung und Aufnahme der vollen Assimilationstätigkeit durch die Chloroplasten in gewöhnliche Assimilationszellen übergegangen sind. Andeutungen eines solchen Überganges finden sich bei den Cruciferen ja mehrfach. Doch möchte ich vorläufig das vollständige Fehlen von Eiweisszellen bei den Arten dieser Gruppe nicht streng behaupten, da die Erfahrung gelehrt hat, dass die Auffindung der Idioblasten vielfach durch Inhaltsarmut verhindert wird, die ihrerseits ihren Grund in verschiedenen inneren und äusseren Ursachen hat.

---

[1] Spatzier a. a. O. S. 54 u. 70.

5. Sektion: *Euarabis* C. A. Mey. Untersuchte Arten: *A. alpina* L., *albida* Stev., *Billardieri* Boiss., *Arabis* spec. aus der Verwandtschaft der *A. alpina*, aber mit tieferen Blattzähnen.

D. Arten, bei welchen weder echte Eiweisszellen noch auch Eiweiss im Zellsafte der Schliesszellen gefunden wurde. Es ist möglich, doch nicht wahrscheinlich, dass Eiweisszellen diesen Arten wirklich fehlen, für wahrscheinlicher halte ich es, dass durch Standorts- und Ernährungsverhältnisse verursachte Inhaltsarmut, verbunden mit morphologischer Reduktion der Idioblasten, die Auffindung derselben bisher vereitelte.

Arten: *A. Carduchorum* Boiss., *coerulea* Haenke, *pendula* L., *pumila* Jacq. und *Turrita* L.

IV. Aus diesen Tatsachen ist zu folgern, dass die Gattung *Arabis* in der angenommenen weitesten Fassung inhomogen ist.

A. Die Gattung *Arabis* ist vorläufig einzuschränken auf die Sektionen:

1. *Euarabis* C. A. Mey.
2. *Pseudarabis* C. A. Mey.
3. *Turritella* C. A. Mey.,

denen die Hauptmasse sämtlicher *Arabis*-Arten angehört. Die so eingeengte Gattung ist aber vielleicht auch in diesem Umfang noch zu weit. Hält die Tatsache, dass *Euarabis* seine Idioblasten vollständig verloren hat, weiteren Prüfungen Stand, so ist die Gattung in zwei zu spalten, von denen die eine sich auf die Sekt. *Euarabis*, die andere auf *Turritella* und *Pseudarabis* beschränken müsste.

B. Hingegen sind die Arten der Sektion *Cardaminopsis* Boiss., welche im Gegensatz zu den unter A. angeführten Sektionen mit Mesophyll-Idioblasten durch den Besitz von Phloëmbeleg und Parenchymscheiden-Idioblasten ausgezeichnet sind, zur Gattung *Cardamine* zu ziehen, mit der sie sowohl habituell (leierförmig gefiederte Blätter) als auch insbesondere, wie ich schon jetzt sagen kann, in der Ausbildung und Lokalisation der Eiweisszellen übereinstimmen. Es erscheint somit die schon von Prantl[1]) versuchte Abtrennung dieser Sektion und ihre Zuweisung zu *Cardamine* auch anatomisch als vollständig begründet.

C. Die Sektion *Turritis* L. wird von den meisten Autoren wegen gewisser morphologischer Charaktere als selbständige Gattung aufgefasst. Diese Anschauung erscheint durch die Tatsache, dass die Arten dieser Gruppe im Gegensatz zu den anderen Sektionen nur

---

1) Prantl, Exkursionsflora für das Königreich Bayern. Stuttgart 1884, S. 229—230.

Phloëmbeleg-Idioblasten besitzen, auch anatomisch begründet. Gleichzeitig ist diese Gattung entschieden *Cardamine* näher verwandt als der Gattung *Arabis* s. str. mit Mesophyll-Idioblasten. (Vergl. diesbezüglich auch die folgenden Ausführungen).

VII. Die Frage, ob die Idioblasten der Cruciferen systematischen Wert haben, ist demnach schon nach den vorausgegangenen Erörterungen bejahend zu beantworten. Dazu noch folgende Bemerkungen:

1. Nach den Beobachtungen HEINRICHER's bei mehreren *Brassica*-Arten[1]) und nach meinen Erfahrungen bei *Arabis* s. str., *Turritis* und *Cardamine*, die per analogiam auf sämtliche Cruciferen schliessen lassen, sind die Idioblasten zur Unterscheidung von Arten innerhalb wirklich natürlicher Gattungen unbrauchbar. Nahe verwandte Arten besitzen Eiweisszellen, die hinsichtlich der systematisch zulässigen Merkmale (Lokalisation, Chlorophyllgehalt, Gestalt, relative Grösse) vollkommen übereinstimmen.
2. Ob die Idioblasten Gattungswert besitzen, lässt sich mit Sicherheit noch nicht sagen, doch halte ich es für wahrscheinlich.
3. Hingegen kommt den Eiweisszellen allem Anschein nach grosse Bedeutung für die Gliederung der Familie in Unterfamilien oder Triben zu.

VIII. Die Cruciferen zerfallen — soweit sie bis jetzt untersucht sind — hinsichtlich der Lokalisation der Eiweisszellen in drei Gruppen, welche ich nicht anstehe, wenn auch noch mit einiger Reserve (insbesondere betreffs der dritten) als natürliche Unterfamilien anzusprechen:

A. Exo-Idioblastae: Cruciferen mit ausschliesslich im Mesophyll lokalisierten, chlorophyllführenden Idioblasten (Mesophyll-Idioblasten).

B. Endo-Idioblastae: Cruciferen mit an die Leitbündel gebundenen, chlorophyllfreien Idioblasten (Leitbündel-Idioblasten).

C. Hetero-Idioblastae: Pflanzen mit Mesophyll- und Leitbündel-Idioblasten.

Dass dieser Einteilung der Cruciferen mehr als blosse anatomisch-klassifikatorische Bedeutung zukommt, lässt sich am besten an der Hand der folgenden Tabelle zeigen. In derselben sind sämtliche bisher bezüglich der Lokalisation der Eiweisszellen geprüfte DE CANDOLLE'sche Triben und Gattungen in derjenigen anatomischen Gruppe angegeben, zu der sie nach der Ausbildung ihrer Eiweisszellen gehören. Bisher nicht untersuchte Gattungen und Triben wurden weggelassen. Mit einem * versehene Gattungen weichen bezüglich ihrer

---

[1]) E. HEINRICHER a. a. O. S. 28.

III. Hetero-Idioblastae.

Platylobeae
Iberis
Lepidium Draba
Trib. Isatideae
Isatis
Myagrum

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Teil eines „Mesophyll-Idioblasten“ (*Id*) aus dem Laubblatte von *Brassica nigra* Koch mit einigen angrenzenden Schwammgewebszellen. *C* Chloroplasten in der Eiweisszelle. Zum Vergleiche sind in einer der Assimilationszellen die Chloroplasten ebenfalls eingezeichnet. Vergr. 270.

„ 2—4. Teile der Blattepidermis von *Moricandia arvensis* DC. Flächenschnitte durch das lebende Blatt wurden sofort nach dem Schneiden in Alkohol fixiert, dann mit Säurefuchsin und Kernschwarz gefärbt und in Kanadabalsam beobachtet. Die Membranen und die Zellkerne (*K*) färben sich dabei mehr oder weniger schwarz, Plasma und Idioblasteneiweiss (*E*) rot. Die subepidermalen Eiweisszellen (*Id*) sind schwächer konturiert gezeichnet.

„ 2. Aus der subepidermalen Eiweisszelle (*Id*) ist Eiweiss (*E*) in die Epidermiszelle *Ep* übergetreten und erfüllt das an die Eiweisszelle grenzende Ende derselben als körnige (rotgefärbte) Masse. *K* Zellkern der Epidermiszelle. Nach einer Mikrophotographie. Vergr. 240.

„ 3. Aus dem Idioblasten *Id* ist das Eiweiss (*E*) nicht nur in die mit ihm in unmittelbarer Berührung stehende Epidermiszelle Ep_1, sondern durch einen Tüpfel der Querwand hindurch auch noch in die benachbarte Epidermiszelle Ep_2 übergetreten, welche in *W* durch das Messer angeschnitten erscheint. Vergr. 130.

„ 4. Der Übertritt von Eiweiss (*E*) aus der Eiweisszelle (*Id*) in die benachbarte Epidermiszelle *Ep* war von einer Kernwanderung in derselben Richtung begleitet. Die Eiweisszelle *Id* ist daher kernlos. Die Epidermiszelle *Ep* besitzt dagegen zwei Kerne, K_1 und K_2. K_1 ist der zelleigene Kern der Epidermiszelle, K_2 der übergetretene, der durch seine Wanderung eine höhere Tinktionsfähigkeit erlangt hat[1]); er erscheint ganz schwarz inmitten einer roten, körnigen Masse von übergetretenem Eiweiss. Nach einer Mikrophotographie. Vergr. 240.

„ 5. Querschnitt durch ein mittelstarkes Leitbündel des Blattes von *Arabis Turczaninowii* Ledeb. = *Turritis falcata* Turcz. *P* Parenchymscheide, *PB* Phloëmbeleg mit 4 „Phloëmbeleg-Idioblasten“, kenntlich an den Eiweisskörnern *E*. Vergr. 260.

„ 6. „Phloëmbeleg-Idioblast“ von *Arabis Turczaninowii* Ledeb. im Blattflächenschnitt, links an das Leitbündel (schraffiert), rechts an die Parenchymscheide grenzend. Vergr. 170.

„ 7. Blattquerschnitt von *Arabis Halleri* L. mit einem in der Parenchymscheide liegenden Idioblasten *Id*. Vergr. 260.

---

[1] Vergl. MIEHE, a. a. O. S. 120 ff.

Fig. 8. Idioblast von *Arabis ovirensis* Wulf. im Blattflächenschnitt. Die Schraffierung deutet das Leitbündel an. Ein Querschnitt in der Richtung der punktierten Linie *A* würde die Eiweisszelle *Id* als „Phloëmbeleg-Idioblasten“, ein solcher in der Richtung von *B* als „Parenchymscheiden-Idioblasten“ erscheinen lassen. *I* Intercellularraum. Der Schnitt *A* würde ein ähnliches Querschnittsbild liefern, wie es Fig. 5 zeigt, jedoch mit nur einem einzigen Idioblasten, der Schnitt *B* entspricht der Fig. 7. Vergr. 170.

„ 9. „Parenchymscheiden-Idioblast“ von *Arabis ovirensis* Wulf. im Blattflächenschnitt. *I* Intercellulare. Vergr. 130.

„ 10. Blattquerschnitt von *Arabis hirsuta* Scop. mit „Mesophyll-Idioblasten“ (*Id*). Vergr. 260.

„ 11. Spaltöffnungen des Blattes (a und d) und der Schotenklappen (b und c) von *Arabis alpina* L. mit in verschiedener Form koaguliertem Eiweiss. Vergr. 460.

---

41. Charles E. Allen: Die Keimung der Zygote bei Coleochaete.

Mit Tafel XIII.

Eingegangen am 17. Juli 1905.

Das Material für die cytologische Untersuchung mehrerer *Coleochaete*-Arten wurde in Lake Wingra, in der Nähe von Madison, Wis., zu verschiedenen Jahreszeiten, zwischen Oktober 1902 und Mai 1904, gesammelt. Die vorliegende Mitteilung beschränkt sich auf eine Beschreibung der ersten und zweiten Teilung der Zygote bei *C. scutata* de Bréb., welche sich als die häufigste Art erwies.

Die Befruchtung wird bei dieser Art, wie bei *C. pulvinata* (PRINGSHEIM 1858, OLTMANNS 1898), während des Sommers vollzogen. Im folgenden Frühjahr teilt sich die Zygote, um eine Anzahl kleinerer Zellen zu bilden (nach OLTMANNS von 16 bis 32 bei *C. pulvinata*), deren jede, in eine Zoospore umgewandelt, aus der Zygote sich befreit.

Am Ende der Winterruhe und vor Anfang der Veränderungen, welche die erste Kernteilung einleiten, sieht der verhältnismässig grosse Zygotenkern so aus, wie die Fig. 1, Taf. XIII, ihn darstellt. Der Kern enthält ein grosses Kernkörperchen und zahlreiche Chromatinkörner, die in einem unregelmässigen Netzwerk von Linin eingebettet sind. In einigen Fällen habe ich ausserdem einen runden Körper bemerkt, ähnlich gefärbt, aber viel kleiner als das Kernkörperchen, der vielleicht ein zweites Kernkörperchen sein mag. Zuweilen sind einige Chromatinkörner reihenweise angeordnet, aber bis jetzt gibt es nichts, das als Knäuel angesehen werden könnte. Während die Zelle sich zur Teilung vorbereitet, erfolgt auf dem eben beschriebenen Zustand eine dichte Ansammlung der chromatischen Substanzen an der einen Seite des Kernraumes (Fig. 2, Taf. XIII). Dieser Zustand ist dem Synapsisstadium ähnlich, das die heterotypische Teilung bei den höheren Pflanzen und Tieren charakterisiert, und nach einem eingehenden Studium bin ich überzeugt, dass es sich auch in diesem Falle um wirkliche Synapsis handelt. Diese exzentrische Ansammlung weist zunächst (Fig. 2) chromatische Knoten und Fasern auf, die in ihrer Gestalt und Grösse sehr unregelmässig erscheinen, dann aber eine allmähliche Umgestaltung in lange Fäden erfahren. Zu dieser Zeit sind, soweit ich sehen konnte, Chromatin und Linin im allgemeinen nicht zu unterscheiden; gelegentliche schmale, leichtgefärbte Fasern (z. B. Fig. 2, a) dürften aber wohl lediglich aus Linin bestehen. Gewöhnlich berührt das Kernkörperchen die chromatische Anhäufung, liegt aber nicht, wie es bei den Phanerogamen oft der Fall ist, zwischen dieser Anhäufung und der Kernwandung abgeplattet. Es folgt die Ausbildung des Knäuels, die allmählich fortschreitet, so dass schliesslich gleichmässige Fäden vorliegen (Fig. 3), die noch vorwiegend an der einen Seite des Kernraumes sich befinden. Da man bei dieser Pflanze sehr dünne Schnitte studieren muss, konnte ich nicht entscheiden, ob auf diesem und dem nächstfolgenden Stadium (Fig. 5) der Knäuel ununterbrochen ist. Die meisten Fäden des Knäuels (Fig. 3) sind offenbar einfach; stellenweise jedoch liegen zwei sehr dünne Fäden parallel nebeneinander oder sind umeinander gedreht, während derselbe Doppelfaden weiterhin einfach ist und nur entsprechend dicker erscheint. Da sind die ihn bildenden beiden Fäden augenscheinlich verschmolzen. Derartige Vorkommnisse werden durch Fig. 4 besonders gut vorgeführt, die uns einen tangentialen Schnitt aus der synaptischen Ansammlung zeigt. Ein solches gelegentlich in die Erscheinung tretendes, die Doppelfäden zeigendes Bild konnte als Anfang einer Längsspaltung im Knäuel erklärt werden, wenn nicht diesem Stadium (Fig. 3) der langdauernde Zustand der Fig. 5 folgen möchte. Im letzteren Stadium (Fig. 5) verläuft der Knäuel relativ regelmässig durch den Kernraum, und keine Spur einer Längsspaltung ist zu bemerken. Es scheint somit sicher, dass die Fig. 3 und 4 dieselben Erscheinungen uns vorführen, wie ich sie (ALLEN 1905) während der Synapsis in den Pollenmutterzellen von *Lilium* gefunden hatte, nämlich eine paarweise Verschmelzung der somatischen Chromosomen.

Wie schon gesagt, ist das Stadium eines regelmässig verteilten Knäuels relativ lang andauernd. Diesem folgt eine Längsspaltung, deren erste Andeutung die Fig. 6 (a), Taf. XIII, darstellt. In Fig. 7 zeigt sich die vollendete Spaltung; wahrscheinlich ist die Querteilung des Knäuels in gesonderte Chromosomen auch schon durchgeführt, da freie Enden jetzt weit häufiger als vorher zu sehen sind. Chromatin und Linin lassen sich nun wieder (Fig. 7) leicht unterscheiden; das Chromatin erscheint nach der Dreifachfärbung dunkelblau, das Linin orange. Von Beginn der Synapsis bis zur Längsspaltung liessen sich nur gelegentlich Spuren dieser Unterscheidung bemerken (z. B. Fig. 3, a). Die in Fig. 7 dargestellten Chromatinkörner sind bedeutend kleiner als jene der ruhenden Kerne (Fig. 1); wahrscheinlich bestanden die Chromatinkörperchen im früheren Stadium (Fig. 1) aus kleineren Körnern, die später getrennt und auf den Knäuel verteilt wurden.

In Fig. 7, Taf. XIII kommen zwei nukleolenähnliche Körper zum Vorschein, von denen der grössere (n_1) sich violett färbt und identisch mit dem Kernkörperchen von Fig. 1—3 zu sein scheint, obwohl jenes in den früheren Stadien rot wurde. Der kleinere Körper (n_2) färbt sich orange, ähnlich wie das Linin, von dem er sich unterscheidet durch seine regelmässige Gestalt und seine grössere Dichte. Wenn dieser Körper dem zweiten Kernkörperchen entspricht, das man zuweilen im ruhenden Kern sieht, so hat er sich bedeutend vergrössert. In einem Falle habe ich diese zwei verschiedenartig gefärbten Kernkörperchen schon im Knäuelstadium gesehen, und sie bleiben bis kurz vor der Spindelbildung bestehen (Fig. 8; auch Fig. 10a und 10c, Taf. XIII, welche verschiedene Schnitte eines einzigen Kernes darstellen).

Im nächstfolgenden Stadium (Fig. 8, Taf. XIII) stellen sich grosse Unregelmässigkeiten in der Anordnung des Chromatins und Linins ein. Diese Substanzen sind zum Teil zerstreut, zum Teil in Fäden und Klumpen angesammelt, die vielleicht die Chromosomen vertreten; man sieht nur wenige Spuren von der vorher (Fig. 7) bemerkten parallelen Anordnung der Chromatinkörperchen. Dass dieser zerstreute Zustand der Kernsubstanzen nicht Artefakt ist, beweist die Tatsache, dass er häufig in Präparaten vorkommt, die sonst völlig normal sind. Einen ähnlichen Zustand hat WILLIAMS (1904) zu der entsprechenden Periode bei der heterotypischen Teilung bei *Dictyota* beobachtet und als „Reticulum"-Stadium bezeichnet.

Etwas später erscheint eine Wiederanordnung des Chromatins und Linins zu verhältnismässig kurzen Chromosomen (Fig. 9, Taf. XIII). Diese sind, wie die Anordnung ihrer Chromatinkörperchen erweist, zweiteilig, und die Trennungsebene in jedem entspricht der früheren Längsspaltung (vergl. Fig. 7). Infolge der Verkürzung der Chromosomen ist eine Zusammenziehung der Chromatinkörner zu grösseren Körpern bereits (Fig. 9) bemerkbar, und diese Zusammenziehung dauert in den folgenden Stadien noch fort (Fig. 10a—c). Die Anordnung der Chromatinkörner lässt zuweilen vermuten, dass die

Chromosomen jetzt wirklich vierteilig sind; aber in diesem Punkte sind meine Präparate nicht entscheidend. Fig. 10a—c stellen aufeinander folgende Schnitte eines einzigen Kernes dar. Aus einer solchen Schnittserie kann die Chromosomenzahl annähernd bestimmt werden. In dem hier dargestellten Kern beträgt sie augenscheinlich 34. Andere Zählungen ergaben Resultate, die zwischen 32 und 36 schwankten. Da die wirklich vorhandene Zahl durch die Anwesenheit von Teilen desselben Chromosoms in zwei aufeinander folgenden Schnitten vergrössert werden kann, erweist sich die kleinste mit Sicherheit bestimmte Zahl, nämlich 32, als die wahrscheinlich richtige.

Auf die Einzelheiten der Spindelbildung will ich hier nicht eingehen. Bemerkt sei nur, dass eine Substanz, vermutlich von kinoplasmatischer Natur, sich an zwei entgegengesetzten Seiten des Kernes sammelt (Fig. 9, Taf. XIII), und dass der Kern in der Richtung der so bestimmten Spindelachse ausgedehnt wird. Ich finde keinen Beweis dafür, dass irgend ein Teil dieses Kinoplasmas zu der Spindelbildung gebraucht wird; die Spindel scheint völlig intranukleär zu entstehen. Bestimmte Körper, die als Centrosomen oder Centrosphären bezeichnet werden könnten, sind nicht vorhanden. Ausser dem Linin des Chromosoms ist eine ähnlich gefärbte, flockige oder zum Teil faserartige Substanz vor und nach dem Stadium der Fig. 9 im Kern vorhanden, die vielleicht an der Spindelbildung teilnimmt.

Während die Chromosomen noch kürzer werden und die Chromatinkörner sich einander nähern, wird eine Unterscheidung zwischen Chromatin und Linin wieder unmöglich, und zur Zeit der Vollendung der Spindelbildung (Fig. 11, Taf. XIII) sind die Chromosomen kurze, dicke Körper, die sich zu einer kompakten Kernplatte anordnen (Fig. 12). Häufig ist die Chromosomsubstanz in zwei Höcker ausgezogen, die gegen je einen Spindelpol gerichtet sind; die so entstandenen Figuren (wie solche in Fig. 11 und 12 von verschiedenen Seiten her sich darbieten) sind jenen sehr ähnlich, die die heterotypischen Chromosomen der höheren Pflanzen charakterisieren. In Fig. 11, gerade vor dem Kernplattenstadium, sieht man noch Spuren des Kernraumes um die Spindel, obwohl die Membran schon verschwunden ist.

Kernkörperchen fehlen während der Spindelstadien; aber zur Zeit der Telophasen tritt in jedem Tochterkern (Fig. 13, Taf. XIII) ein grosses Kernkörperchen wieder auf. Der Tochterkern enthält jetzt auch ein Netzwerk von Linin und in diesem eingebettete, dunkel gefärbte, öfters längliche Chromatinkörper. Ob diese Körper die Tochterchromosomen der vorhergehenden Kernteilung sind, habe ich nicht bestimmen können. Jedenfalls ist der eben geschilderte Zustand von kurzer Dauer; bald beginnt die nächstfolgende Teilung (Fig. 14a—b, 15), welche sehr rasch durchlaufen wird, im Gegensatz zu dem langsamen Fortschreiten der ersten Kernteilung.

Die Fig. 14a—b, Taf. XIII stellen aufeinanderfolgende, schräg gerichtete Schnitte einer Spindel in dem Kernplattenstadium der zweiten Teilung dar. Die Chromosomen sind lang und schmal, auffallend verschieden von jenen der ersten Teilung. In den Anaphasen (Fig. 15) erscheinen ebenfalls lange, schmale Tochterchromosomen, die mit ihren Enden an den Spindelfasern haften.

Jeder Kernteilung innerhalb der Zygote folgt vermittelst einer Zellplatte eine Zellteilung. Offenbar entsteht die Zellplatte innerhalb einer körnigen kinoplasmatischen Masse, welche auf halbem Wege zwischen den Tochterkernen sich befindet, und welche durch einige Zentralspindelfasern mit dem die Tochterkerne umgebenden Kinoplasma verbunden ist. Ausser den Spindelfasern befindet sich in dem Raum zwischen dem äquatorialen Kinoplasma und den Tochterkernen auch vakuolisiertes Cytoplasma. Das Wachstum der Zellplatte nach der Zellperipherie, die Entstehung von zwei Hautschichten durch ihre Spaltung und die Bildung einer Zellwand zwischen den Hautschichten finden statt wesentlich so wie bei den Phanerogamen. Zellplatten sind auch schon von JOST (1895) in der Teilung der vegetativen Zellen von *Coleochaete Nitellarum* bemerkt worden.

Wie aus den geschilderten Tatsachen hervorgeht, ist die erste Teilung des Zygotenkerns von der zweiten sehr verschieden; andererseits entsprechen sie in auffälliger Weise der heterotypischen und der homöotypischen Teilung, wie sie bei den höheren Pflanzen und Tieren die Reduktion der Chromosomenzahl begleiten. Vergleicht man beispielsweise die heterotypische Teilung, wie sie eine angiosperme Pollenmutterzelle aufweist, mit der ersten Teilung des Zygotenkerns, so fällt es zunächst schon auf, dass beide durch langdauernde Prophasen charakterisiert sind; ein Synapsisstadium, in welchem die Umwandlung des Kernnetzwerkes in einen Knäuel stattfindet, kommt ihnen auch gemeinsam zu, so auch eine Längsspaltung des Knäuels, dessen Tochterfäden sich viel weiter von einander trennen, als dies bei einer typischen Mitose der Fall ist; auch das verhältnismässig lang andauernde Diakinesestadium; endlich auch das Auftreten an der Spindel von kurzen, dicken Chromosomen, die während ihrer Wanderung nach den Polen ganz charakteristische Formen darbieten. Die zweite Teilung in der Zygote ihrerseits ist der homöotypischen Teilung bei den Phanerogamen vergleichbar, besonders in der Schnelligkeit der Aufeinanderfolge ihrer Stadien und in der langen, schmalen Gestalt der Chromosomen. Ich habe bis jetzt Teilungsstadien in den vegetativen Zellen von *Coleochaete* nicht gesehen und somit eine Bestimmung der Chromosomenzahl in diesen Zellen nicht vornehmen können. Aus dem Verlauf der Vorgänge in den zuvor beschriebenen Kernteilungen jedoch scheint es mir festzustehen, dass während dieser Teilungen die Reduktion der Chromosomenzahl stattfindet, und dass diese Teilungen als heterotypische bezw. homöotypische gelten müssen.

Ist diese Schlussfolgerung richtig, so besteht in der Lebensgeschichte von *Coleochaete* keine auf eine doppelte Chromosomenzahl eingerichtete Generation, ausser der Zygote selbst — keine Generation also, die wir als Sporophyt bezeichnen dürften. Die Annahme einer Homologie zwischen dem Sporophyt der Archegoniaten und die aus der wiederholten Teilung der *Coleochaete* - Zygote entstehenden Sporenmasse ist somit unhaltbar. Jede Zelle dieser Sporenmasse besitzt die einfache Chromosomenzahl und ist in dieser Beziehung gleichgeltend mit einer Zelle des vegetativen Thallus. Die Entwicklung einer Sporenmasse ist offenbar eine Anpassung, wodurch die rasche Vermehrung und Verbreitung der Spezies bei der Wiederkehr günstiger klimatischer Bedingungen gesichert wird. Genau dieselben Vorteile erreichen die Bryophyten durch die Entwicklung eines Sporophyts; in diesem Fall aber handelt es sich um ein Gebilde, das aus einer ganzen Reihe von Zellteilungen, die zwischen Befruchtung und Chromosomenreduktion eingeschaltet sind, entsteht, während das nur analoge Gebilde bei *Coleochaete* ein Gewebe darstellt, das seine Entstehung Zellteilungen verdankt, die auf die Chromosomenreduktion folgen.

Von besonderem Interesse wäre es, die Stelle der Chromosomenreduktion in den Lebensgeschichten der verschiedenen Algengruppen zu bestimmen. Bis jetzt sind unsere Kenntnisse auf diesem Punkt sehr gering. MOTTIER (1900) und WILLIAMS (1904) finden in den Dictyotaceen eine Reduktion während der Tetrasporenbildung, und nach WILLIAMS ist ein echter Generationswechsel hier vorhanden. WOLFE (1904) meint, dass bei *Nemalion* das Sporokarp ein Sporophyt sei und die Reduktion bei der Carposporenbildung stattfinde. STRASBURGER (1897) und FARMER und WILLIAMS (1898) finden die Chromosomenreduktion während der ersten oogonialen Teilung bei den Fucaceen, das weibliche Gametophyt hier am meisten acht Zellen besitzend. Bei den Bacillariaceen ist es nach den Angaben von KLEBAHN (1896) und KARSTEN (1900) sehr wahrscheinlich, dass, wie bei den Metazoen, die Chromosomenreduktion der Befruchtung unmittelbar vorhergeht. Bei den Desmidiaceen dagegen finden nach KLEBAHN (1891) zwei eigentümliche Teilungen des Zygotenkernes statt, die vermutlich die Reduktion der Chromosomenzahl bewirken und deshalb mit den ersten und zweiten Teilungen in der *Coleochaete*-Zygote vergleichbar sind. Etwas ähnlich vielleicht sind die Verhältnisse bei *Spirogyra* (CHMIELEWSKY 1890). Bei *Oedogonium* entstehen bekanntlich aus der Zygote vier Sporen, sehr wahrscheinlich durch eine heterotypische und eine homöotypische Teilung. Falls dieselbe Regel wie für *Coleochaete* und *Oedogonium* für sämtliche Chlorophyceen gilt, so hat diese Gruppe keine Bildungen aufzuweisen, in denen wir den Ursprung des archegoniaten Sporophyts suchen können. DEBSKI (1897, 1898) und GOETZ (1899) haben festgestellt, dass bei *Chara* während der die Gameten bildenden Teilungen keine Reduktion stattfindet; ob aber diese bei der Keimung der Zygote sich ereignet, ist noch nicht festgestellt worden.

Die Untersuchungen, deren Resultate ich in der vorliegenden Abhandlung beschrieben habe, wurden durch ein Stipendium der Carnegie Institution of Washington ermöglicht und im Botanischen Institut der Universität Bonn ausgeführt.

Literaturverzeichnis.

ALLEN, C. E. (1905): Nuclear division in the pollen mother-cells of *Lilium canadense* (Annals of Botany, Bd XIX, S. 189).

CHMIELEWSKY, W. (1890): Matériaux pour servir à la morphologie et physiologie des procès sexuels chez les plantes inférieures (Russisch). Charkow. Abstr. in FAMINTZIN's „Übersicht der Leistungen auf dem Gebiete der Botanik in Russland während des Jahres 1890“ (St. Petersburg, 1892), S. 16. Ref. im Bot. Centralbl., Bd. L., S. 264 (1892).

DEBSKI, B. (1897): Beobachtungen über Kernteilung bei *Chara fragilis* (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, S. 227).

—, (1898): Weitere Beobachtungen an *Chara fragilis* Desv. (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXXII, S. 635).

FARMER, J. B., und WILLIAMS, J. L. (1898): Contributions to our knowledge of the Fucaceae; their life-history and cytology (Phil. Trans. Roy. Soc. London, B, Bd. CXC, S. 623).

GOETZ, G. (1899): Über die Entwickelung der Eiknospe bei den Characeen (Bot. Zeitung, Bd. LVII, S. 1).

JOST, L. (1895): Beiträge zur Kenntnis der Coleochaeten (Ber. der Deutschen Bot. Ges., Bd. XIII, S. 433).

KARSTEN, G. (1900): Die Auxosporenbildung der Gattungen *Cocconeïs*, *Surirella* und *Cymatopleura* (Flora, Bd. LXXXVII, S. 253).

KLEBAHN, H. (1891): Studien über Zygoten. I. Die Keimung von *Closterium* und *Cosmarium* (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXII, S. 415).

—, (1896): Beiträge zur Kenntnis der Auxosporenbildung. I. *Rhopalodia gibba* (Ehrenb.) O. Müller (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXIX, S. 595).

MOTTIER, D. M. (1900): Nuclear and cell division in *Dictyota dichotoma* (Annals of Botany, Bd. XIV, S. 163).

OLTMANNS, F. (1898): Die Entwickelung der Sexualorgane bei *Coleochaete pulvinata* (Flora, Bd. LXXXV, S. 1).

PRINGSHEIM, N. (1858): Beiträge zur Morphologie und Systematik der Algen. III. Die Coleochaeteen (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. II, S. 1).

STRASBURGER, E. (1897): Kernteilung und Befruchtung bei *Fucus*. (Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XXX, S. 351).

WILLIAMS, J. L. (1904): Studies in the Dictyotaceae. I. The cytology of the tetrasporangium and the germinating tetraspore. (Annals of Botany, Bd. XVIII, S. 141).
WOLFE, J. J. (1904): Cytological studies on *Nemalion*. (Annals of Botany, Bd. XVIII, S. 607).

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren beziehen sich auf *Coleochaete scutata* de Bréb. und wurden nach Mikrotomschnitten mit Hülfe der ABBE'schen Camera lucida gezeichnet unter Anwendung der LEITZ'schen Oelimmersion Objektiv $^1/_{16}$, Ocular 4, Vergrösserung 1800 mal.

Fig. 1. Ruhender Zygotenkern.
„ 2. Zygotenkern in Synapsis.
„ 3—4. Spätere Synapsisstadien; Fig. 3 nach einem medianen, Fig. 4 nach einem tangentialen Schnitt abgebildet.
„ 5. Knäuelstadium der ersten Teilung.
„ 6. Dasselbe; erste Andeutung einer Längsspaltung (*a*).
„ 7. Kern nach Vollendung der Längsspaltung, wahrscheinlich auch nach Querteilung des Knäuels.
„ 8. Kern im „Reticulum"-Stadium, nach der Chromosomenbildung.
„ 9. Kern und umgebendes Cytoplasma mit polaren kinoplasmatischen Ansammlungen; zweiteilige Chromosomen.
„ 10a—c. Aufeinander folgende Schnitte eines Kerns in etwas späterem Stadium; die Chromosomen werden kürzer, die Chromatinkörper in grössere Körper zusammengezogen.
„ 11. Spindel der ersten Kernteilung, kurz vor Bildung der Kernplatte.
„ 12. Ähnliche Spindel im Kernplattenstadium.
„ 13. Tochterkern nach der ersten Kernteilung.
„ 14a—b. Aufeinander folgende Schnitte einer Spindel der zweiten Kernteilung, schräg geschnitten; Kernplatte.
„ 15. Anaphase der zweiten Teilung.

---

42. Rudolph Müller: Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 17. Juli 1905.

Die Ansichten über die Art und Weise der Entstehung der ätherischen Öle bezw. der Harze im Pflanzenkörper divergieren in der Hauptsache nach zwei Richtungen. Während ein Teil der Botaniker (gegenwärtig vielleicht der kleinere) an der ursprünglichen Auffassung festhält, dass die betreffenden Sekrete im Plasma entstehen, demnach direkte Produkte des Plasmakörpers selbst sind, hat sich andererseits seit den Untersuchungen HANSTEIN's, namentlich aber seit jenen DE BARY's über die Hautdrüsen allmählich die Meinung herausgebildet, dass der Sitz der Sekretbildung in der Membran zu suchen sei und das Plasma gewissermassen nur das Rohmaterial für die Bildung der Sekrete liefert.

Ihren entschiedensten Vertreter fand die letztgenannte Auffassung in A. TSCHIRCH, und fast hat es den Anschein, als ob seine Anschauungen in der Frage der Sekretbildung die herrschenden geworden wären.

Ausgehend von der Annahme, dass es nicht wahrscheinlich erscheine, „dass Harz und ätherisches Öl durch mit Wasser imbibierte Membranen diffundieren kann", hat A. TSCHIRCH mit seinen Schülern in einer Reihe von Publikationen die Ansicht zu begründen versucht (und sie auch bereits zu verteidigen Gelegenheit gehabt[1]), dass der Inhalt sämtlicher Sekretbehälter seine Entstehung sog. „resinogenen Substanzen" verdankt, die der nächsten Umgebung der Sekretbehälter entstammen und in einer besonderen Wandschicht derselben, der „resinogenen Schicht" (dem „Laboratorium der Harzerzeugung") zum fertigen Sekrete umgebildet werden, um sodann bei den Hautdrüsen in den subcuticularen, bei den schizogenen Sekretgängen in den Intercellularraum sich zu ergiessen, oder aber, bei den Sekretbehältern, im Binnenraume derselben deponiert zu werden. Diese „resinogene Schicht" ist stets reich an Schleim und speziell bei den Ölzellen als ein Verschmelzungsprodukt einer zuerst als zarter Schleimbelag auftretenden, alsbald jedoch zu einer ansehnlichen Schleimmembran sich entwickelnden Lamelle und einer mehr oder weniger tiefgreifenden Randpartie des Protoplasten aufzufassen.[2])

Zu diesen von TSCHIRCH an vielen Orten und stets in sehr bestimmter Weise ausgesprochenen Ansichten hat, mit Ausnahme von Frau SCHWABACH (s. o.), bisher nur G. HABERLANDT[3]) Stellung genommen. HABERLANDT stimmt den Ansichten TSCHIRCH's, soweit diese die Ölbildung bei den Hautdrüsen betreffen, im wesentlichen bei, indem auch er fand, dass die im Plasmakörper verschiedener Drüsenhaare vorhandenen, stark lichtbrechenden Tröpfchen stofflich nicht identisch sind mit ätherischem Öl, sondern dieses vielmehr in einer sich verdickenden Partie der Aussenwand auftritt; bei Besprechung der Exkretbehälter[4]) jedoch erwähnt er ausdrücklich, dass „der Entstehungsort des Exkretes in manchen Fällen sicher das

---

1) E. SCHWABACH, diese Berichte Bd. XVII, S. 291 u. Bd. XVIII, S. 417. Die Erwiderung TSCHIRCH's ebenda, Bd. XIX, S. 25; auch „Die Harze und die Harzbehälter", S. 356, Fussnote 6.

2) SCHWENDENER-Festschrift, S. 468.

3) Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl., S. 450 u. ff., sowie Anmerkung 13 auf S. 478.

4) l. c., S. 462.

Lumen der Zelle ist“ und gedenkt im Folgenden der fast vergessenen Angaben BERTHOLD's[1]), welcher in seiner bereits 1886 erschienenen „Protoplasmamechanik“ bei der Entstehung der Öl- bezw. Harztropfen zwar ebenfalls eine Beteiligung der Wand, jedoch in wesentlich anderem Sinne als TSCHIRCH, vermutet, und dessen Darstellung der anatomischen Verhältnisse ausgebildeter Ölzellen gleichfalls den TSCHIRCH'schen Angaben widersprechen.

Nach den Beobachtungen BERTHOLD's[2]) liegt in den ausgebildeten Sekretzellen einiger Piperaceen, Lauraceen usw. „der Öltropfen nicht frei im Plasma, sondern in einer beutelförmigen Aussackung der Zellmembran. Diese Cellulosehülle ist zwar äusserst zart und in ihrem ganzen Umfang nur selten gut nachweisbar, immer aber ist die basale Partie, mit der sie einer Seitenwand ansitzt, von Anfang an vorhanden, und in Form eines Näpfchens mit cuticularisierter Membran gut zu erkennen, sobald man das Öl hinweggelöst hat“. Am Schlusse seiner Mitteilungen spricht BERTHOLD die Ansicht aus, dass nach der von ihm gegebenen Darstellung „die Ölzellen der angeführten Pflanzen gewissermassen den Cystolithenzellen der Urticaceen und Acanthaceen entsprechen, nur ist der einseitig angeheftete Membranfortsatz hohl. So entsteht ein innerhalb der Zellhöhlung liegender „Intercellularraum“, in welchem das Öl liegt, wie in den intercellularen Gängen“.

HABERLANDT stellt (l. c.) die Angaben dieser beiden Autoren (TSCHIRCH und BERTHOLD) einander gegenüber und ist in der Lage, auf Grund von Nachuntersuchungen an den ausgebildeten Ölzellen von *Laurus nobilis* und *Asarum europaeum* — die entwicklungsgeschichtliche Seite der Frage lässt HABERLANDT vollkommen offen — das Tatsächliche der Angaben BERTHOLD's zu bestätigen. —

Hier nun knüpfen die Untersuchungen an, mit denen ich vor einiger Zeit im Grazer Botanischen Institute über Anregung und unter Leitung des Herrn Prof. HABERLANDT begonnen habe. Sie stellen sich die Aufgabe, durch Klarlegung der anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Verhältnisse, und zwar zunächst der Ölbehälter, der Frage der Ölbildung näherzutreten und sollen somit auch ein Versuch sein, die in dieser Frage herrschenden Widersprüche zu lösen. Es beziehen sich diese Untersuchungen zwar vorläufig nur auf die Ölzellen des Blattes einer im Grazer Botanischen Garten als *Aristolochia brasiliensis* bezeichneten Schlingpflanze, doch hat bereits dieses eine Objekt Resultate ergeben, welche eine „vorläufige Mitteilung“ zu rechtfertigen vermögen und über die deshalb in Kürze berichtet werden soll.

---

[1]) TSCHIRCH zitiert BERTHOLD zwar auch (so SCHWENDENER-Festschrift S. 466, dann „Harze und Harzbehälter“ an mehreren Stellen) und verspricht dem Leser, „auf dessen Studien noch eingehender zurückzukommen“, doch fehlt in beiden angezogenen Abhandlungen tatsächlich jede weitere Bezugnahme auf BERTHOLD.

[2]) Protoplasmamechanik, S. 25.

Die grossen, rundlichen Sekretzellen des ausgewachsenen[1]) Laubblattes von *Aristolochia brasiliensis* enthalten einen grossen hellgelben Öltropfen, der jedoch das Lumen des Ölbehälters nicht vollständig ausfüllt, so dass zwischen ihm und der Membran des Ölbehälters ein ansehnlicher Zwischenraum freibleibt. Auf Querschnitten lässt sich schon an der intakten Zelle beobachten, dass dieser Öltropfen gegen die Aussenwand hin sich zuspitzt und mit ihr in Verbindung steht. Bringt man das Öl durch Alkohol zur Lösung, so lässt sich jetzt das Vorhandensein eines beutelförmigen (nunmehr kollabierten) Gebildes konstatieren, welches den Öltropfen beherbergte, selbst sehr dünnwandig ist und ein feinkörniges Aussehen zeigt. Nach aussen hin verjüngt sich dieser Beutel in ein trichterförmiges Endstück, den Napf[2]), mit etwas dickeren, teilweise kutinisierten Seitenwänden, welcher, wie genügend starke Vergrösserungen an Mikrotomschnitten zeigen, unmittelbar an die Kutinlamelle des Sekretbehälters ansetzt. Nicht selten freilich reisst der Beutel ab; der etwas resistentere und mit der Aussenwand in festem Zusammenhange befindliche Trichter jedoch ist, vorausgesetzt, dass der Schnitt diese Partie der Aussenwand enthält, fast stets zu sehen.

Auf Flächenschnitten sind die Ölzellen durch dünnere Seitenwände, ihre geringere Grösse und ihren polygonalen Umriss von den mehr minder stark gewellten Epidermiszellen leicht zu unterscheiden. Die Aussenwände der Sekretbehälter zeigen hier ausnahmslos in ihrem zentralen Anteile eine rundliche, einem Hoftüpfel vergleichbare Bildung, die eben nichts anderes ist, als der Trichter in Aufsicht. Die Wand des ausgebildeten Sekretraumes besteht aus Cellulose und wird durch eine dünne, kutinisierte, mittlere Lamelle in eine äussere und eine fast gleich breite innere Celluloselamelle zerlegt.

Die Entwicklungsgeschichte dieser Ölbehälter ist, soweit ich dieselbe bisher ermitteln konnte, in den Hauptzügen dargelegt, folgende:

Die jungen Sekretzellen zeichnen sich nicht allein durch ihre Grösse, sondern vor allem durch ihr grobkörniges Plasma aus; auch die Grösse des Zellkernes fällt auf. Die Zellwand besteht in ihrer ganzen Ausdehnung aus reiner Cellulose; von einer Verschleimung, etwa der inneren Wandpartien, ist weder in den jüngsten, noch in älteren Entwicklungsstadien irgend etwas zu sehen.

---

[1]) Die Untersuchungen über die Anatomie der Sekretbehälter des ausgewachsenen Blattes sind bereits abgeschlossen, in dieser vorläufigen Mitteilung jedoch nur in Kürze erwähnt.

[2]) Vergl. hierzu die Abbildungen der Ölbehälter von *Asarum europaeum* und *Laurus nobilis* bei HABERLANDT, Physiologische Pflanzenanatomie, 3. Aufl., S. 463.

Die Anlage des Näpfchens erfolgt ziemlich frühzeitig und zwar in Form einer Ringleiste. Auch die Kutinisierung einer Membranlamelle setzt frühzeitig ein, zuerst an der Aussenwand, dort wo der Napf sich befindet. Beides, Näpfchen wie Kutinlamelle, bezw. die innerhalb derselben gelegene Celluloselamelle scheinen, soweit sich vorläufig die Sachlage überblicken lässt, aus den peripheren Anteilen des Plasma durch Verdichtung und gleichzeitige stoffliche Umwandlung hervorzugehen, um alsbald an die ursprüngliche Cellulosemembran des Sekretbehälters apponiert zu werden.

Was die Entstehung des Öles selbst anlangt, so kann als sicher angenommen werden, dass dieses aus dem Plasma zunächst in eine Anzahl kleinerer Vakuolen abgesondert wird. Der weitere Vorgang nun scheint der zu sein, dass von diesen isolierten Vakuolen eine in der Nähe der Ringleiste gelegene sich derart mit ihr verbindet, dass sich der oben verschmälerte Öltropfen in den von der Ringleiste gebildeten Napf hineinlegt, worauf die zum Beutel sich umwandelnde Vakuolenwand mit dem Trichterrande verschmilzt. Schon vorher hat die Verschmelzung dieser Vakuole mit den übrigen stattgefunden.

Das Endergebnis besteht also darin, dass in der ausgebildeten Ölzelle der Öltropfen von einer Hülle rings umschlossen ist, die oben von der Wandung des als Membranverdickung auftretenden Napfes, im übrigen von der stofflich umgewandelten Vakuolenwand, dem Beutel, gebildet wird.

Wie nun aus dem Mitgeteilten hervorgeht, lassen weder die Befunde an den ausgebildeten Ölzellen noch die bisher gewonnenen entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen auch nur einen Punkt erkennen, der mit den TSCHIRCH'schen Angaben übereinstimmen würde, und doch will TSCHIRCH seine Theorie der Sekretbildung auch auf diese Kategorie von Sekretbehältern angewendet wissen.

Andererseits aber ergeben schon die bisherigen Resultate der entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung auch die Unhaltbarkeit der BERTHOLD'schen Auffassung, derzufolge an der Aussenwand der jungen Sekretzelle ein gegen das Lumen der Zelle wachsender und zunächst solider Membranknopf sichtbar werden müsste, der mit dem weiteren Wachstum auch eine allmähliche, durch das aus seiner Substanz hervorgehende Öl bedingte Auflockerung müsste erkennen lassen, um dann schliesslich, unter gleichzeitiger Zunahme der Menge des gebildeten Öles, in Napf und Beutel differenziert zu werden. Eine cystolithenartige Ausbildung der Ölbehälter, wie eine solche von BERTHOLD angenommen wurde, ist demnach nicht vorhanden.

Es war wohl von vorneherein zu vermuten, dass die bei *Aristolochia brasiliensis* konstatierten Befunde nicht vereinzelt dastehen. Tatsächlich haben denn auch orientierende Schnitte an ausgewachsenen Laubblättern von Piperaceen (so besonders von *Peperomia magnoliaefolia*), von *Cinnamomum*-Arten, von *Laurus nobilis*[1]) und anderen ähnliche Verhältnisse gezeigt und in jedem Falle wenigstens das Vorhandensein eines Trichters bezw. Napfes, sowie eines den Öltropfen umhüllenden Beutels erkennen lassen. Es ist weiteren Untersuchungen vorbehalten, die Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter dieser und auch anderer Objekte genauer zu verfolgen.

Zum Schlusse sei noch bemerkt, dass im Blatte sowohl wie im Blattstiel von *Aristolochia brasiliensis* die Ölzellen subepidermal angelegt werden und, allerdings frühzeitig, durch „gleitendes Wachstum“ an die Oberfläche gelangen, ein Entwicklungsvorgang, der unter anderem auch die flaschenförmige Gestalt der Ölzellen, welche diese namentlich im Blattstiele aufweisen, erklären würde.

Graz, Botanisches Institut der k. k. Universität.

---

43. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

VII. Nigella arvensis L.

Eingegangen am 21. Juli 1905.

Der Bau und das Blühen der Blüten von *Nigella arvensis* sowie die Bestäubung ihrer Narben durch Insekten sind schon von CHR. K. SPRENGEL sorgfältig untersucht und in seinem Werke „Das entdeckte Geheimniss der Natur im Bau und in der Befruchtung der Blumen“[2]) ausführlich beschrieben worden. SPRENGEL schildert hier eingehend den Gang der Entwicklung des Androeceums und des Gynaeceums nach dem Beginne des Blühens der Blüte: Die[3]) Staubgefässe stehen in acht ein wenig schrägen Zeilen, deren jede meist aus sechs[4]) dicht übereinander inserierten Staubgefässen besteht.

---

[1]) Bei diesem Blatte bereits von HABERLANDT (s. o.) nachgewiesen.

[2]) 1793, S. 280—289; vergl. hierzu die Abbildungen auf den Tafeln VI und XXIV.

[3]) Im Folgenden ist die Darstellung SPRENGEL's, wo es nötig war, ergänzt und verbessert.

[4]) Seltener nur fünf oder vier.

Unmittelbar nach dem Beginne der Ausbreitung des Perianthes[1]) stehen die Staubgefässe mit geschlossenen Antheren ungefähr senkrecht auf der senkrecht zur Längsachse der Blüte stehenden Blütenebene. Die einer Zeile nehmen zu dieser Zeit nach aussen — unten — hin an Länge zu. Sie liegen fest aneinander[2]); ihre Filamente sind im unteren Teile — ausser an der etwas nach aussen konvexen Basis — ungefähr gerade, im oberen Teile, mit Ausnahme des innersten Gliedes, etwas entsprechend der Anthere des nächstinneren — kürzeren — Gliedes gebogen. Einige Zeit[3]) nach dem Beginne der Ausbreitung des Perianthes — im Laufe des Vormittags — fängt das äusserste Staubgefäss der Staubgefässzeilen an, sich im oberen Teile nach oben und innen konvex zu krümmen. Die Krümmung schreitet schneller oder langsamer soweit fort, bis die Längsachse der Anthere ein wenig schräg abwärts nach dem Perianthe[4]) hin gerichtet ist. Der untere — in den oberen ganz allmählich übergehende — Teil des Filamentes, welcher gerade bleibt, neigt sich während der Krümmung des oberen Teiles ein wenig nach aussen. In dieser Stellung[5]) verharrt das Staubgefäss längere Zeit. Meist erst, nachdem die Anthere ihre schräge Stellung erreicht hat, seltener schon, während ihre Längsachse noch ungefähr senkrecht zur Blütenlängsachse steht, öffnen sich ihre Theken; und zwar öffnet sich nicht selten die eine bedeutend später als die andere. Dabei gelangt der gesamte Pollen beider Theken an die Aussen-(Unter-)Seite[6]) der Anthere[7]). Nur in einem Teile der Blüten beginnen die äussersten Staubgefässe aller Staubgefässzeilen der Blüte gleichzeitig ihre Bewegung; in vielen

---

1) In den Monaten Juni, Juli und August breitet sich bei heiterer, warmer Witterung das Perianth der meisten Blüten in den Vormittagsstunden bis gegen 11 Uhr aus.

2) Das innerste — oberste — Staubgefäss liegt fest am Gynaeceum.

3) Nicht selten stehen schon alle Perianthblätter ungefähr oder ganz senkrecht zur Längsachse der Blüte, wenn das erste Staubgefäss seine Bewegung beginnt.

4) Das — meist aus fünf Blättern bestehende — Perianth steht zu dieser Zeit ungefähr senkrecht zur Längsachse der Blüte oder hat sich etwas stärker gesenkt. Auch das anfänglich senkrecht zur Längsachse der Blüte stehende Perianth senkt sich häufig später ein wenig. Die Perianthblätter besitzen einen ziemlich langen, mehr oder weniger stark nach unten konvex gebogenen Stiel und eine ungefähr eiförmige, längsmuldige, meist mehr oder weniger wellig gebogene Spreite, deren Spitze häufig etwas nach aussen umgebogen ist. Die Längsachse der Blüte pflegt senkrecht oder annähernd senkrecht zu stehen.

5) Ich will diese Stellung des Staubgefässes als dessen erste Ruhelage bezeichnen.

6) Ich bezeichne als Aussen-(Unter-)Seite der Anthere die nach der Peripherie der Blüte, als Innen-(Ober-)Seite der Anthere die nach dem Zentrum der Blüte hin gerichtete Seite derselben.

7) Vergl. hierzu S. 306.

Blüten hat vielmehr bei einem Teile der Zeilen die Anthere des äussersten Staubgefässes schon ihre Schrägstellung erreicht und sich vielfach bereits geöffnet, während bei einem anderen Teile der Zeilen das äusserste Staubgefäss noch an dem nächstinneren anliegt, und bei dem Reste der Zeilen die äussersten Staubgefässe sich in einer Mittelstellung befinden. Nach längerer Zeit — mehreren Stunden —, meist im Verlaufe des späteren Nachmittags, setzt das äusserste Staubgefäss der Staubgefässzeile seine Auswärtsbewegung fort. Es krümmt sich zunächst seiner ganzen Länge nach nach oben konvex. Je mehr es sich aber senkt, desto flacher wird sein Bogen; wenn es sich bis in eine zur Blütenlängsachse senkrechte Stellung gesenkt hat, ist es gerade oder nur noch ganz schwach konvex; im letzteren Falle streckt es sich meist bald darauf gerade. Ein Staubgefäss, welches früh am Vormittage des ersten Blühtages seine Auswärtsbewegung begann, pflegt am Vormittage des zweiten Blühtages senkrecht zur Längsachse der Blüte zu stehen. Das Staubgefäss bleibt nur kurze Zeit gerade; dann krümmt sich sein oberster Teil ziemlich dicht unterhalb der Anthere, oft fast winklig, aufwärts, und zwar sehr häufig soweit, bis die Längsachse der Anthere ungefähr senkrecht zum unteren Teile des Filamentes steht oder sogar ein wenig einwärts gerichtet ist. Später senkt sich das Staubgefäss meist ein wenig weiter[1]); es krümmt sich dabei häufig im unteren bisher geraden Teile ein wenig nach oben konvex. Am zweiten Blühtage fangen die zweiten Staubgefässe der Staubgefässzeilen an sich nach aussen zu bewegen, und zwar gewöhnlich um dieselbe Zeit, um die am ersten Blühtage die äussersten Staubgefässe der Zeilen der betreffenden Blüten ihre Auswärtsbewegung begannen. Auch sie beginnen nur in einem Teile der Blüten sämtlich ihre Bewegung gleichzeitig. Häufig gehören aber diejenigen zweiten Staubgefässe, welche am spätesten ihre Bewegung beginnen, nicht denselben Zeilen an wie diejenigen äussersten Staubgefässe der betreffenden Blüten, welche am spätesten ihre Bewegung begonnen haben; es ist keine seltene Erscheinung, dass sich in einer Blüte die äussersten Staubgefässe fast aller Zeilen schon ganz oder fast ganz zum Perianthe hinabgesenkt haben und nur noch ein oder zwei — äusserste — Staubgefässe in der ersten Ruhelage befinden, und dass an diesen letzteren Staubgefässen bereits die zweiten Staubgefässe der betreffenden Zeilen anliegen, während sich die zweiten Staubgefässe der übrigen Zeilen noch garnicht oder erst wenig auswärts bewegt haben[2]). Der weitere Verlauf der Bewegung der zweiten Staubgefässe gleicht dem der Bewegung der äussersten Staubgefässe. In derselben Weise bewegen sich auch die übrigen Staubgefässe der Zeilen; am siebenten Blühtage pflegen alle Staubgefässe einer Blüte ungefähr senkrecht zu deren Längsachse zu stehen[1]). Die — meist drei, seltener vier oder fünf — Griffel der Blüte sind zu der Zeit, wenn sich deren Perianth auswärts bewegt, etwas nach aussen geneigt. Der Griffel ist schon jetzt so stark — nach rechts — gewunden, dass seine Narbe, die an seiner morphologischen Innenseite verläuft, nur noch im unteren Teile nach innen, am oberen Ende aber nach aussen — d. h. nach der Peripherie der Blüte hin — gerichtet ist, und entweder gerade oder ein wenig entsprechend seiner Windung gebogen[2]). Die Griffel der Blüte bewegen sich darauf weiter nach aussen; zu der Zeit, wenn sich die Theken der Antheren der innersten Staubgefässe der Staubgefässzeilen öffnen, pflegen sie ungefähr senkrecht zur Längsachse der Blüte zu stehen oder sich noch nicht ganz soweit gesenkt zu haben. Sie sind jetzt in der Regel[3]) schwach nach oben und im oberen Teile schwach nach rechts[4])[5]) konvex gebogen[6]). Dann werden beide Krümmungen immer stärker. Der untere Teil krümmt sich in radialer Richtung kreisbogig; infolge davon sinkt der obere Teil, der sich winklig — mit nach links[4]) gerichteter Spitze — vom unteren Teile abbiegt und nach innen — d. h. nach dem Blütenzentrum hin — und im oberen Teile häufig auch etwas nach oben konvex krümmt, immer weiter hinab. Gleichzeitig wächst auch der obere, freie Teil des Fruchtknotens; hierbei krümmt er sich etwas nach innen konvex. Zuletzt bilden der untere Teil des Griffels nebst der oberen Partie des freien Teiles des Fruchtknotens ungefähr einen Halbkreis oder einen etwas grösseren Teil eines Kreises, der sich mit Ausnahme seiner obersten ein wenig schräg nach links gerichteten Partie in radialer Richtung befindet. Der obere Teil des Griffels bildet mit dem unteren Teile ungefähr einen rechten Winkel. Er steht ungefähr parallel mit dem Nektarienplattenringe, von dem er an seiner tiefsten Stelle meist 3—4 *mm* entfernt ist, und ist nach innen — d. h. gegen den Fruchtknoten —

---

[1]) Vergl S. 305, Anm. 2.

[2]) Es kommen aber auch zahlreiche Blüten vor, deren äusserste Staubgefässe sich zum Teil bis zum Perianthe gesenkt haben, zum Teil noch — mit offenen Antheren — in der ersten Ruhelage befinden, während die zweiten Staubgefässe

---

sich zum Teil ganz oder fast ganz in der ersten Ruhelage befinden, zum Teil an den in dieser Lage befindlichen äussersten Staubgefässen anliegen.

[1]) Häufig hat sich ein Teil der innersten Staubgefässe der Zeilen schon bis zum Perianthe herabgesenkt, während sich die übrigen mit soeben geöffneten Antheren noch in der ersten Ruhelage befinden.

[2]) Der graugrüne oder bräunlichgraugrüne Griffel verjüngt sich nach oben hin etwas.

[3]) Oft sind sie jedoch noch fast gerade.

[4]) Von der Blütenperipherie aus gesehen.

[5]) Oft tritt nur diese Krümmung deutlich hervor.

[6]) Die Spitze steht ungefähr in der Höhe der Basis.

und im oberen Teile vielfach auch nach oben[1]) konvex gekrümmt[2])[3]). Während der letzten Phasen der Krümmung des Griffels wird dessen Narbe, eine sich leistenartig über die Griffeloberfläche erhebende scharfkantige Furche, konzeptionsfähig. Sie verläuft zuletzt im unteren radial gerichteten Teile des Griffels an dessen Ober- und Aussenseite, wendet sich im anschliessenden kurzen schrägen Teile nach der Griffelunterseite hin, verläuft am unteren — den Nektarienplatten am meisten genäherten — Abschnitte des oberen Teiles des Griffels an dieser, wendet sich dann wieder nach oben und befindet sich an der Spitze des Griffels an dessen Oberseite. Nachdem sich die Griffel einige Zeit — wahrscheinlich mehrere Tage — in dieser Stellung befunden haben, wird die Krümmung derselben — die jetzt bedeutend wachsen und deren Narben nicht mehr konzeptionsfähig sind — wieder geringer, und sie richten sich auf. Gleichzeitig fallen das Perianth, die Nektarien und die Staubgefässe, welch letztere meist bis zu dieser Zeit sitzen bleiben, ab. Wenn auch, wie vorhin gesagt wurde, in den meisten Blüten die Griffel zu der Zeit, wenn sich die innersten Staubgefässe der Staubgefässzeilen dieser Blüten in der ersten Ruhelage befinden, senkrecht oder noch nicht ganz senkrecht zur Längsachse der Blüte stehen und erst wenig gekrümmt sind, so sind doch auch nicht wenige Blüten vorhanden, deren Griffel zu dieser Zeit schon weiter abwärts — d. h. nach dem Perianthe hin — geneigt und stärker gekrümmt sind. In diesen Blüten kommen nicht selten einige Griffel mit Antheren jener Staubgefässe in Berührung, doch legen sie sich an deren Seitenflanke, und ihre Narbe, die wohl schon konzeptionsfähig ist, berührt nicht oder nur in vereinzelten Fällen die pollenbedeckte Antherenunterseite. Spontane Selbstbestäubung findet also auch in diesen Blüten nicht oder nur ganz ausnahmsweise statt[4]). Die Blüte von *Nigella arvensis* ist somit, wie dies schon SPRENGEL richtig erkannt hat, auf Bestäubung durch äussere Kräfte — und zwar durch Insekten — angewiesen. SPRENGEL hat Bienen[5]) als Besucher der Blüten und Bestäuber der Narben von *Nigella arvensis* beobachtet und deren Verhalten auf den Blüten dieser Art eingehend beschrieben und abgebildet. Auch ich habe Bienen, und zwar zahlreiche Arten in sehr vielen Individuen, und ausserdem Wespen als Besucher der Blüten von *Nigella arvensis* beobachtet[1]. Diese Insekten besuchten die duftlosen, an ihren meist an Rändern von Getreidefeldern, auf Stoppelfeldern oder Brachen gelegenen Wohnplätzen aber durch ihr grosses[2], hellgefärbtes[3] Perianth recht in die Augen fallenden Blüten von *Nigella arvensis* fast ausschliesslich wegen deren Honigs, der in sehr kompliziert gebauten — von SPRENGEL Saftmaschinen genannten — Nektarien abgesondert wird. Diese Nektarien sind zwischen das Perianth und das Androeceum eingeschaltet, mit dessen Zeilen sie abwechseln. Sie bestehen aus einem meist 2 *mm* langen, etwas schräg abwärts gerichteten, meist geraden, an der Basis etwas verdickten, im Querschnitte ungefähr querelliptischen Stiele, welcher einen ungefähr halbkugligen, mit seiner Öffnung nach oben gerichteten und an der gelben Innenfläche seiner aussen graugrün gefärbten dicken Wand Honig absondernden Napf trägt, an dessen oberen Rand eine mit der — ungefähr ein Drittel des Umfanges dieses Randes messenden — offenen Seite nach dem Zentrum der Blüte hin gerichtete, gewöhnlich parallel mit der Längsachse der Blüte stehende, seltener ein wenig auswärts geneigte Rinne angesetzt ist[4]. An diese Rinne schliessen sich oben zwei[5] meist senkrecht zur Längsachse der Blüte stehende, ungefähr elliptische[6], nach oben konvexe, sich mit den einander zugekehrten Randpartien meist ein wenig deckende, in zwei meist bedeutend schmalere, nach der Spitze hin verbreiterte, meist ein wenig schräg aufwärts gerichtete, parallele, oder nach der Spitze hin etwas divergierende[7] Fortsätze auslaufende Platten[8][9] an. Die beiden Seitenränder der Rinnenwand sind tief gefurcht. Die äussere Furchenwand geht in den Aussenrand der angrenzenden Platte über; die in der Breite recht schwankende innere Furchenwand endigt an einem am Innenrande der Basis der angrenzenden Platte befindlichen, nach oben gerichteten, flachen, glänzend graugrünen Höcker[1]. Die — nach dem Blütenzentrum hin gerichtete — offene Seite der Rinne ist mit einem dem oberen Rande des Napfes inserierten, ungefähr dreieckigen, an der Basis ein wenig verschmälerten, oben in einen sehr schmalen, entweder an der Oberseite — d. h. der nach dem Blütenzentrum hin gerichteten Seite — flachrinnigen, an der Unterseite gewölbten, oder ungefähr stielrunden, meist geraden, seltener ein wenig gebogenen, ein wenig schräg nach aussen gerichteten, sich etwas über das Niveau der Platten erhebenden, meist 2 *mm* langen Fortsatz auslaufenden Deckel bedeckt. Dieser Deckel besitzt aufgebogene Seitenränder; die aufgebogene Partie verbreitert sich nach oben hin, wo sie in den Fortsatz übergeht, etwas. Am Seitenrande der Unterseite der nicht aufgebogenen Partie des Deckels verläuft eine niedrige, sich nach dem Fortsatze hin meist etwas verbreiternde, mit kurzen Haaren besetzte Leiste. Diese liegt — wenn die Rinne geschlossen ist — auf einer ähnlichen Haarleiste, welche sich an der Insertionsstelle der Rinne an den Honignapf am Seitenrande der Innenfläche der inneren Wand der Rinne befindet und sich nach oben hin bis auf den Grund der Rinne senkt[2], wo die beiderseitigen Leisten zusammenstossen. Eine grössere Imme kann den Deckel der Rinne ohne Schwierigkeit hochheben und mit dem Rüssel zu dem im Napfe und häufig auch im unteren Teile der Rinne befindlichen Honig gelangen[3]. Sobald als das Insekt seinen Rüssel zurückzieht, federt der Deckel zurück, und seine Randleisten legen sich wieder auf die Randleisten der Rinne. Nach rechts und links kann der Deckel nicht verschoben werden, da die Basis seines stielartigen Fortsatzes zwischen den beiden graugrünen Höckern am Grunde der Platten liegt. Die von mir beobachteten Besucher der Blüten von *Nigella arvensis* verhalten sich beim Besuche dieser Blüten nicht alle gleich. Die grossen Bienen[4] lassen sich meist auf der Spreite eines Perianthblattes nieder, nähern von hier aus ihren Vorderkörper der Rinne des nächsten[5] Nektariums[6], saugen, ziehen darauf den Vorderkörper wieder zurück und kriechen dann nach der Spreite des nächsten Perianthblattes, wo sie sich ebenso verhalten[1]). Sie drängen in diesem Falle also beim Besuche jedes Nektariums den Vorderkörper zwischen die Nektarienplatten und — in den jüngeren Blüten mit ausstäubenden Antheren — die Unter-(Aussen-)Seite der in der ersten Ruhelage befindlichen, gerade über dem aus den acht meist wenig voneinander entfernten oder sogar aneinanderstossenden Plattenpaaren gebildeten Kreisringe[2]) stehenden[3]) und von diesem je nach der Grösse der Blüten meist 4—5 *mm* entfernten Antheren, oder — in den älteren Blüten mit herabgekrümmten Griffeln und konzeptionsfähigen Narben — die Unterseite der ebenfalls gerade über dem Plattenringe stehenden, von diesem aber meist nur 3—4 *mm* entfernten oberen Teile der Griffel. Seltener kriechen diese Insekten, am häufigsten *Apis*, so von einem zum anderen Perianthblatte, dass sie mit einer Seitenpartie ihres Körpers zwischen den Nektarienplatten und der Unterseite der Antheren bezw. Griffel hindurchstreifen. Die — zahlreichen — kleineren Bienen und die beobachteten Wespen begeben sich auf die Platten eines Nektariums, führen ihren Rüssel in dessen Rinne, saugen, kriechen hierauf nach den Platten des nächsten Nektariums und gehen dann meist auf dem von den Platten gebildeten Kreisringe weiter, bis sie alle oder fast alle Nektarien der Blüte besucht haben[4]). Die grösseren von ihnen streifen bei diesem

---

[1]) Nicht selten ist diese Krümmung sehr unbedeutend.

[2]) Seine Spitze liegt häufig etwas höher, seltener tiefer als seine Basis.

[3]) Die mittlere Narbenabbildung in SPRENGEL's Fig. 9 (Taf. XXIV) stellt diesen Zustand ziemlich richtig dar.

[4]) Ich kann also die Angabe von TERRACCIANO (Intorno alla struttura fiorale ed ai processi d'impollinacione in alcune *Nigella*, Bullettino della Società botanica italiana 1892, S. 46—50), dass spontane Selbstbestäubung die Regel sei, nicht bestätigen.

[5]) Er hat nicht angegeben, welche Arten er beobachtet hat.

---

[1] Betreffs der von anderen Forschern beobachteten Besucher vergl. KNUTH, Handb. der Blütenbiologie 2. Bd. 1. T. (1898), S. 42.

[2] Das Perianth vergrössert sich während des Blühens bedeutend; zuletzt besitzt es meist einen Durchmesser von 25—32 *mm*.

[3] Die Oberseite der Spreite der Perianthblätter ist anfänglich gelblich weiss, später blassblau gefärbt. Sie besitzt, vorzüglich im oberen Teile, grüne oder gelblichgrüne Adern, die aber später nur noch wenig hervortreten.

[4] Napf und Rinne — bis zu den Höckern — sind zusammen meist 2½ *mm* lang.

[5] An jede Seitenwand der Rinne eine.

[6] Der äussere Rand ist meist — oft viel — stärker gebogen als der innere Rand.

[7] Da die äusseren Ränder der Platten meist stärker gekrümmt sind als die inneren, so sind die Fortsätze einander — oft bedeutend — genähert.

[8] Die Platten sind mit vereinzelten, meist schräg nach aussen gerichteten Haaren unregelmässig besetzt.

[9] Platten und Fortsätze zusammen sind meist 3½ *mm* lang.

---

[1] Nicht selten verbreitert sich diese Wand nach oben hin und springt an ihrem oberen Ende bedeutend nach hinten — d. h. nach dem Blütenzentrum hin — über den graugrünen Höcker vor.

[2] Die Leiste verbreitert sich nach dem oberen Ende der Rinne hin.

[3] Schwache und kleine, für die Bestäubung der Narben von *Nigella arvensis* nutzlose Insekten vermögen den Deckel nicht emporzuheben; der Honig ist also gegen die Ausbeutung durch diese Insekten gesichert: vergl. hierzu aber S. 305. Ebenso ist er vor Verdünnung und Verschwemmung durch Regen und Tau geschützt.

[4] *Bombus terrestris* ♀, *Bombus lapidarius* ♀ ☿ und *Apis mellifica* ☿.

[5] Oder sie beuten von hier aus die beiden angrenzenden Nektarien aus, erst das eine und dann das andere.

[6] Die vorhin erwähnten grünen Höcker an der Basis der Nektarienplatten dienen wahrscheinlich als „Saftmale“, welche den Besuchern die Lage des Honigs

---

anzeigen. Die Höcker sondern selbst wohl keinen Honig ab; ich habe sie wenigstens stets trocken gefunden.

[1]) Sehr häufig beuten sie sämtliche Nektarien der Blüte nacheinander aus.

[2]) Der von den Spitzen der Plattenfortsätze gebildete Kreis hat einen Durchmesser von 12—15 *mm*.

[3]) Die Spitzen der Antheren pflegen gerade über dem Ringe der Plattenfortsätze zu stehen; Spitzen wie Fortsätze sind schräg aufwärts gerichtet.

[4]) Nach SPRENGEL's Ansicht werden die Bienen durch die in ihrer Färbung mehr oder weniger voneinander abweichenden konzentrischen Streifen auf der Oberseite des von den acht Nektarienplattenpaaren gebildeten Kreisringes von einem Nektarium zum andern „geführt". Ich halte es nicht für ausgeschlossen, dass SPRENGEL Recht hat. Es gibt jedoch nicht wenige ähnlich wie die von *Nigella arvensis* gebaute Blüten, die ein solches „Saftmal" nicht besitzen und die dennoch von Bienen in derselben Weise besucht werden wie die Blüten dieser Art. Übrigens waren bei allen von mir gesehenen Blüten aus der Umgebung von Halle a. S. die konzentrischen Streifen anders als sie von SPRENGEL beschrieben und — vorzüglich Taf. VI, Fig. 4 — abgebildet werden. Die Nektarienplatten der meisten Blüten der hallischen Gegend tragen ungefähr am Anfange ihres unteren Drittels eine sehr schmale, meist braune oder braunblaue und am Beginne ihres oberen Drittels eine etwas breitere, meist blaugraue oder blaubraune — oft aus Punkten bestehende —, schwach nach aussen konvexe oder gerade Linie; ihre Fortsätze tragen meist zwei Querstreifen von derselben Farbe. Zwischen diesen vier Streifen sind die Platten und ihre Fortsätze gewöhnlich grün, graugrün oder gelblichgrau gefärbt. Die basale Partie der Platte mit Ausnahme der grünen Höcker ist dagegen

Rundgange auf den Nektarienplatten mit der Oberseite des Kopfes und des Thorax in den jüngeren Blüten die Unterseite der Antheren der in der ersten Ruhelage befindlichen Staubgefässe[1]), und in den älteren Blüten mit reifen Narben die Unterseite der oberen Partie der Griffel. Die kleinen Bienen jedoch berühren wohl häufig weder Antheren noch Narben oder wenigstens nicht die ersteren; ihre Besuche sind für die Bestäubung der Narben ohne Wert und für die Blüte sogar schädlich, da sie den Honig rauben und hierdurch wertvolle Besucher von den betreffenden Blüten fernhalten.

Aus dem Verhalten der Insekten bei ihrem Besuche der Blüten von *Nigella arvensis* erkennt man, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben derselben durchaus notwendig ist, dass die Antheren während der ersten Ruhelage der Staubgefässe, die verhältnismässig lange Dauer besitzt, während welcher sich ihre Theken öffnen, sich gerade über dem Nektarienplattenringe befinden, mit diesem ungefähr parallel stehen und von ihm 4—5 *mm* entfernt sind.[2]) Und weiter erkennt man, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung von höchstem Wert ist, dass der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung ihrer Theken an die Unter-(Aussen-)Seite der Anthere gelangt.[3]) Wenn der Pollen die Seitenflanken der Anthere oder letztere ringsherum bedeckte, so würde ein grosser Teil von ihm nicht an den Körper der die Blüten besuchenden Insekten gelangen, also für die Bestäubung der Narben verloren sein. Da nur eine verhältnismässig geringe Pollenmenge von der Blüte produziert wird, so würden in diesem Falle sicher zahlreiche Narben ohne Bestäubung bleiben. Ebenso erkennt man aus dem Verhalten der Besucher, dass es für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben notwendig ist, dass sich der Griffel in der vorhin beschriebenen

---

graublau oder grünlichgraublau gefärbt. Das ganze obere Drittel der Platten bis zum unteren Streifen der Fortsätze ist manchmal graublau gefärbt. Die Basen der im übrigen grauweissen Nektarienstiele sind oft, vorzüglich oder ausschliesslich an der Oberseite, kräftig rötlichblau gefärbt. Die — von obenher sichtbare — Deckeloberseite ist meist bläulich; die Fortsetzung des Deckels ist weissgrau und besitzt zwei bläuliche oder rötlichblaue Querbinden. Die Staubgefässbasen sind meist nicht gefleckt.

1) Die Oberseite des Kopfes und des Thorax derjenigen Insekten, welche die Blüten dauernd besuchen, ist dicht mit deren — gelbem — Pollen bedeckt.

2) Auch das ist von Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung, dass sich die Staubgefässe nach dem Verstäuben ihrer Antheren so tief senken, dass auch die obersten unterhalb des Niveaus der Nektarienplattenrücken liegen und dass sie diese Abwärtsbewegung recht schnell und meist am späteren Nachmittage ausführen. Wenn sich die Staubgefässe nicht so tief senkten oder wenn sie ihre Abwärtsbewegung in den Vormittagsstunden und frühen Nachmittagsstunden ausführten, so würden sie vielfach verhindern, dass die Insekten die Blüten in der vorhin geschilderten Weise besuchten und deren Narben bestäubten.

3) Vergl. hierzu S. 306.

Weise krümmt. Denn hierdurch gelangt, wie dargelegt wurde, sein oberer Teil, welcher streckenweise die Narbe an der Unterseite trägt[1]), genau über den Nektarienplattenring und nähert sich diesem so bedeutend[2]), dass seine Unterseite von denjenigen Insekten, welche die Unterseite der Antheren der in der ersten Ruhelage befindlichen Staubgefässe jüngerer Blüten mit der Oberseite ihres Vorderkörpers berühren, mit denselben Körperteilen berührt werden und hierbei, falls diese mit Pollen behaftet sind, bestäubt werden muss.

SPRENGEL hat zwar richtig beobachtet[3]), dass der Pollen der geöffneten Anthere — bevor er durch die Blüte besuchende Insekten abgestreift oder abgefallen ist — an deren Aussen-(Unter-)Seite haftet, er hat sich aber — offenbar, weil er diesen Gegenstand nicht näher untersucht hat — eine ganz unrichtige Ansicht gebildet über die Art und Weise, wie der Pollen an diese Seite gelangt, an der man ihn nach dem Bau der Anthere nicht erwartet. Nach diesem erwartet man, dass er an den Seitenflanken der Anthere hafte oder die Anthere ringsherum bedecke. Denn die im Umrisse abgerundet-rechteckige Anthere besitzt einen abgerundet-rechteckigen Querschnitt; ihre — hellgelben — Theken befinden sich genau rechts und links des — graugrünen — schmalen Connectives[4]), über welches[5]) sie an der Aussen- und vorzüglich an der Innenseite ein wenig vorspringen.[6]) Dass dennoch der — gesamte — Pollen der Anthere an deren Aussen-(Unter-)Seite gelangt, ist eine Folge davon: Dass der Öffnungsspalt der Theka nicht in der Mitte der freien — d. h. nicht mit dem Connective verschmolzenen — Seitenflanke derselben verläuft, sondern dass er sich unten ungefähr an der inneren Kante der freien Seitenflanke der Theka befindet und sich dann nach oben hin noch etwas mehr der Innenseite des Connectives nähert[1]); dass sich, sobald als bei der Reife der Anthere dieser Spalt aufspringt, die äussere — d. h. die nach der Aussen-(Unter-)Seite des Connectives hin gerichtete grössere — Partie der freien — d. h. nicht mit dem Connective verschmolzenen — Wandung der Theka sowohl an ihrem oberen als auch an ihrem unteren Rande von dem nach oben und unten hin sich über die Theka hinaus fortsetzenden[2]) und am unteren Ende der Theka seitlich über diese etwas vorspringenden Connective ablöst[3]); dass darauf diese bis dahin nach aussen — d. h. vom Anthereninnern weg — konvexe Partie nach innen konvex wird, sich um ihre Anheftungsstelle an das Connectiv, die sich scharf winklig biegt, herumdreht, sich nach dem Connective hin bewegt und sich, jetzt nur noch schwach konvex, mit ihrer bisherigen Aussenfläche auf die Aussenseite des Connectives auflegt[4]), so dass also ihre bisherige Innenfläche — d. h. ihre bisher dem Anthereninnern zugewandte Fläche — nunmehr direkt nach aussen gerichtet ist[5]); dass die gesamten Pollenkörner der Theka durch ein Klebemittel so fest miteinander verbunden sind, dass sie eine einzige Masse bilden, die — mittels dieses Klebstoffes — an der Innenfläche der äusseren Partie der freien Thekenwandung — aber nicht an der übrigen Innenfläche der Theka[6])[7]) — haftet[8]), und durch diese Partie aus der Theka hinaus[1]) und an die Aussenseite der Anthere befördert wird.[2])[3])

---

[1]) Dies würde nicht der Fall sein, wenn der Griffel nicht in der angegebenen Weise gewunden wäre.

[2]) Es ist meines Erachtens wichtig, dass sich der obere Teil des Griffels diesem Ringe etwas mehr nähert als die sich in der ersten Ruhelage befindliche Anthere, und dass der Griffel schwerer beweglich ist als das Staubgefäss. Denn es lässt sich der Pollen leichter durch die Insekten von der Anthere als durch den Griffel von den Insekten abstreifen. Es muss deshalb der Griffel kräftiger an den Insektenkörper angedrückt werden als dieser an die Anthere. Selbstverständlich darf die Anthere nicht so beweglich sein, dass sie durch das besuchende Insekt aus ihrer Lage gebracht wird, da ja nur ihre Aussen-(Unter-)Seite mit Pollen bedeckt ist.

[3]) Vergl. auch seine Abbildung Taf. VI, Fig. 22.

[4]) Häufig reichen die beiden Theken nicht gleich weit am Connective hinab. Meist sind sie $2^1/_4$—$2^1/_2$ *mm* lang.

[5]) Zwischen den Theken ist das Connectiv auf der Aussenseite etwas breiter als auf der Innenseite.

[6]) Die Anthere besitzt also sowohl an der Aussen- als auch an der Innenseite eine flache Medianfurche.

---

[1]) Er trifft unter einem spitzen Winkel auf das Connectiv auf.

[2]) Oberhalb der Theken läuft das Connectiv in einen sich nach oben hin schnell verjüngenden Fortsatz aus.

[3]) Sowohl der obere als auch der untere Rand dieser Partie der Thekenwand ist nach deren Ablösung abgerundet; die Partie ist an beiden Enden von dem Connective durch einen winkligen Einschnitt getrennt.

[4]) Die Bewegung der Thekenwandungen geht meist recht schnell vor sich. Sie erfolgt auch noch an Antheren, welche schon jahrelang in Alkohol gelegen haben; namentlich an dünnen Querschnitten solcher Antheren lässt sie sich gut beobachten.

[5]) Die innere, bedeutend schmalere Partie der freien Wandung der Theka löst sich an ihrem unteren Rande ebenfalls vom Connective ab — oben setzt sie sich unter einem spitzen Winkel an dieses an — rollt sich dann nach aussen ein und legt sich auf die Innenseite des Connectives als dünne Rolle auf. Die beiden Rollen der beiden Theken der Anthere berühren sich gewöhnlich im unteren Teile und divergieren etwas nach der Spitze der Anthere hin; seltener divergieren sie auch nach der Antherenbasis hin.

[6]) Diese weicht auch durch ihre Färbung ab.

[7]) An dieser bleibt gewöhnlich kein Pollenkorn haften.

[8]) Die Pollenkörner haften aber doch so wenig fest aneinander und an der äusseren Partie der Thekenwand, dass der Pollen durch die die Blüte besuchenden Immen sehr leicht von den Antheren abgestreift werden kann. Die Abstreifung wird dadurch, dass die pollenbedeckte Partie der Wandung der Theka glatt ist, noch erleichtert.

Nigella arvensis ist nicht die einzige einheimische Art der Familie der Ranunculaceen, bei welcher der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung der Theken an die — morphologische — Aussenseite der Anthere gelangt. Die gleiche Einrichtung besitzen vielmehr auch andere einheimische Helleboreen, z. B. *Delphinium Consolida* L.[4])[5])

Die ältesten Ranunculaceen besassen wahrscheinlich Antheren mit ungefähr abgerundet-rechteckigem Querschnitte, bei denen sich die Theken in der Mitte ihrer freien Seitenflanken öffneten und die freien Partien der Thekenwandungen darauf etwas nach aussen bogen oder zu mehr oder weniger engen Rollen zusammenrollten, so dass sich die Seitenflanken der Antheren mit Pollen bedeckten. Solche Antheren besitzen noch gegenwärtig zahlreiche Anemoneen. Aus diesen Antheren sind dann wohl allmählich solche Antheren hervorgegangen, wie sie *Nigella arvensis* besitzt. Die Blüten der ersten Arten, bei denen solche Antheren auftraten, hatten wohl einen ähnlichen Bau wie die von *Nigella arvensis*, und ihre Staubgefässe und Griffel führten ähnliche Bewegungen aus wie die dieser Art. Erst aus diesen aktinomorphen Arten haben sich diejenigen Gattungen mit zygomorphen Blüten entwickelt, welche solche Antheren besitzen. Bei manchen der Arten dieser Gattungen, so bei *Delphinium Consolida*, hat es keine Bedeutung für das Zustandekommen der Bestäubung der Narben, dass sie solche Antheren besitzen.[1]) Ohne Zweifel stammen letztere Arten jedoch von Arten ab, für welche der Besitz solcher Antheren von grosser Bedeutung war. Die Antheren der Ranunculaceen haben sich aber auch noch in verschiedenen anderen Richtungen weiter entwickelt. In einem Falle verblieb der Spalt in der Mitte der Seitenflanken der Anthere; die freien Partien der Thekenwandungen bewegen sich bei diesen Arten aber so weit gegeneinander, bis sie sich mit ihren — freien — Rändern, die sich vielfach etwas einkrümmen, berühren. Es bedeckt sich infolge davon die — sich nach dem Aufspringen der Spalte mehr oder weniger kontrahierende — Anthere ringsherum mit Pollen. Solche Antheren besitzt unter den einheimischen Ranunculaceen z. B. *Aquilegia vulgaris* L.[2]) In einem anderen Falle änderte sich der Bau der Anthere derart, dass der gesamte Pollen der Anthere nach der Öffnung ihrer Theken wie bei *Nigella arvensis*, aber auf andere Weise als hier, an ihre Aussenseite gelangt. Bei diesem Zweige der Ranunculaceen verbreiterte sich im Laufe seiner Entwicklung das Connectiv bedeutend. Hierdurch wurden die Pollensäcke nach dessen Aussenseite, also nach der Aussenseite der Anthere, hin verschoben; die Theken ragen seitlich etwas über die Seitenränder des Connectives hinaus. Nach dem Aufspringen der Theken rollen sich die freien Partien der Wandungen derselben zu dünnen Rollen zusammen, die sich auf die Aussenseite des Connectives legen, welche sich mit Pollen bedeckt. Solche Antheren besitzen die Blüten von *Ranunculus*, die in vieler Hinsicht denen von *Nigella arvensis* ähnlich sind.[3])

---

[1]) Die mit dem Connective verschmolzene Partie der Wandung der Theka bildet nun eine leere Mulde.

[2]) Die äusseren Partien der freien Wandungen der beiden Theken der Anthere legen sich meist mit ihren Randpartien aufeinander. Infolge davon wird ein kleiner Teil des Pollens verdeckt; der übrige Pollen fliesst zu einer — hellgelben, goldig glänzenden — im Umrisse ungefähr schmalelliptischen, polsterartigen Masse zusammen.

[3]) Die — schematische — Abbildung SPRENGEL's Fig. 5 auf Taf. VI stellt die Anthere mit entleerten Theken und pollenbedeckter Aussenseite im allgemeinen richtig — unrichtig ist die Richtung der Spitze — dar; auch SPRENGEL's — schematische — Fig. 7 (Taf. VI), die die Anthere nach Beendigung der Bewegung der freien Partien der Thekenwandungen von oben (innen) her gesehen darstellt, und Fig. 8 (Taf. VI), welche die Aussenseite der Anthere, nachdem der Pollen von ihr entfernt ist, darstellt, sind im allgemeinen richtig. Dagegen ist SPRENGEL's — schematische — Fig. 6 auf Taf. VI nur teilweise richtig. Richtig ist die linke — pollenbedeckte — Hälfte der Antherenaussenseite, unrichtig ist dagegen die rechte Hälfte der Antherenaussenseite abgebildet. Denn auf dieser ist — ungefähr in der Mitte — der eben — von unten her — aufspringende Öffnungsspalt dargestellt; dieser verläuft aber, wie oben gesagt wurde, nicht an der Aussenseite der Anthere und kann von dieser Seite aus überhaupt nicht wahrgenommen werden. Diese Figur hat SPRENGEL offenbar aus dem Gedächtnisse gezeichnet. Sie entspricht seinen Worten auf S. 283: „Seine (d. h. des Staubgefässes) Anthere bekömmt auf der unteren Seite der Länge nach zwey Ritzen, aus welchen der Staub hervorquillt, und die untere Seite ganz bedeckt."

[4]) Hinsichtlich ihres Baues und der Vorgänge nach der Öffnung ihrer Thekenspalte weichen die Antheren von *Delphinium Consolida* nur unbedeutend von denen von *Nigella arvensis* ab. Die pollenbedeckten Partien ihrer Thekenwandungen legen sich am Rande nicht aufeinander. Da sich die Anthere nach der Öffnung der Thekenspalte stark kontrahiert, so erhält das Pollenpolster eine bedeutende Dicke.

[5]) Antheren mit ähnlicher Einrichtung kommen auch bei einheimischen Arten anderer Familien, z. B. bei *Berberis vulgaris* L., vor; vergl. hierzu MÜLLER, Befruchtung der Blumen (1873) S. 124—126.

---

1) Ich werde auf diese Art an anderer Stelle näher eingehen.

2) Vergl. vorige Anm.

3) Näher werde ich die Antheren der einheimischen *Ranunculus*-Arten an anderer Stelle behandeln.

44. A. Schulz: Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen.

VIII. Herniaria glabra L.

Eingegangen am 21. Juli 1905.

An unbeschatteten Stellen der Umgebung von Halle a. S. öffnet sich in den Monaten Juni, Juli und August bei heiterem, warmem Wetter der Kelch der meisten Blüten dieser Art in den Morgenstunden. Die fünf — ungefähr halbelliptischen — graugrünen Kelchblätter der Blüte bewegen sich, vorausgesetzt, dass sie nicht durch benachbarte Blüten oder vegetative Teile an der Bewegung gehindert werden, meist — langsamer oder schneller — so weit nach aussen, bis sie sämtlich annähernd senkrecht zur Längsachse der Blüte stehen.[1][2] Sie sind nach der Beendigung ihrer Bewegung entweder schwach nach aussen konvex, oder im unteren Teile flach, im oberen schwach nach aussen konvex oder sogar ganz flach. Sie bilden einen Stern mit einem Durchmesser von ungefähr $1^1/_2$—2 *mm*. Die schmalen, grünlich grauweissen Überreste der Kronblätter[3] bewegen sich gleichzeitig mit den Kelchblättern nach aussen, und zwar so weit, bis sie senkrecht zur Blütenlängsachse stehen oder etwas schräg aufwärts, d. h. vom Kelche weg, gerichtet sind; dabei krümmen sie sich häufig etwas nach oben konvex. Die fünf episepalen Staubgefässe[4] der Blüte, welche sich in der Knospe mit ihren Antheren berühren, neigen sich während der Auswärtsbewegung des Perianthes schnell soweit nach aussen, dass die Antheren der einander gegenüberstehenden ungefähr $^1/_2$—$^3/_4$ *mm* voneinander entfernt sind; dann hört ihre Auswärtsbewegung auf. Ihre sich nach oben hin verjüngenden Filamente sind nach beendeter Bewegung nach aussen konvex; ihr unterster Teil steht fast senkrecht zur Blütenlängsachse, ihr oberster Teil ist meist gerade und entweder ein wenig nach aussen geneigt, oder parallel mit der Längsachse der Blüte. Die Pollensäcke ihrer — blassgelben — Antheren öffnen sich entweder erst, wenn die Staubgefässe ihre Auswärtsbewegung beendet haben, oder bereits früher, oft schon im Beginne dieser Bewegung. Die Antheren sind ursprünglich intrors, erhalten aber während des Aufspringens ihrer Pollensäcke durch Erschlaffung ihres Schaltstückes einen hohen Grad von Beweglichkeit und neigen sich darauf häufig etwas nach aussen, so dass die ursprüngliche Innenseite mehr oder weniger nach oben gerichtet ist; seltener bewegen sie sich so weit, dass sie ihre ursprüngliche Innenseite direkt nach oben wenden. Nach dem Aufspringen der Spalte nähern sich die freien — d. h. nicht mit dem Connective verschmolzenen — Partien der inneren — d. h. nach dem Zentrum der Blüte hin gerichteten — Pollensäcke bis zur Berührung. Die freien Partien der äusseren Pollensäcke nähern sich nicht so weit; sie berühren sich nach Beendigung ihrer Bewegung nur an den Enden, oder auch nicht einmal an diesen. Nach der Beendigung der Bewegung der Pollensackwandungen ist somit der grösste Teil der Oberfläche der Anthere mit — hellgelbem — Pollen bedeckt. Die freien Partien der Griffel[1]) stehen zur Zeit der Öffnung des Kelches mit aneinander liegenden Innenseiten gerade aufrecht oder sind schon etwas nach aussen geneigt; ihre Spitzen befinden sich ungefähr in der Höhe des unteren Teiles der Antheren oder etwas tiefer. Sie bewegen sich darauf, indem sie sich ein wenig verlängern, weiter nach aussen, nicht selten so weit, bis sie senkrecht oder annähernd senkrecht zur Blütenlängsachse stehen — also ungefähr oder völlig in einer Ebene liegen — und ihre — mit zu dieser Zeit konzeptionsfähigem Narbengewebe bedeckte Innenseite nach oben wenden.[2])

---

[1] Die Bewegung wird ohne Zweifel, ähnlich wie bei *Scleranthus perennis* L. — vergl. diese Berichte, 20. Bd. (1902), S. 580 u. f. (581, 587) —, z. T. durch Anschwellen der Schwellkörper — vergl. hierzu Anm. 4 — bewirkt.

[2] Meist haben sie diese Stellung schon vor 10 Uhr erreicht.

[3] Vergl. hierzu EICHLER, Blüthendiagramme, 2. T. (1878), S. 107.

[4] Nur die episepalen Staubgefässe sind vorhanden. Sie entspringen, wie auch die Kronblattreste, einem den oberen Rand des etwas vertieften Blütenbodens, in welch' letzteren der untere Teil des Fruchtknotens eingesenkt ist, umgebenden Ringwulste. Die Basis jedes Kelchblattes trägt ein niedriges, ungefähr halbmondförmiges — mit nach aussen gerichteter Konvexität —, fettig-glänzendes, als Schwellkörper fungierendes Polster, welches sich an den Ringwulst unmittelbar anschliesst und in diesen übergeht

Bei normaler Witterung verharren die Staubgefässe derjenigen Blüten, deren Kelch sich am Vormittage — bis 11 Uhr — geöffnet hat, wohl immer bis zum Vormittage des nächsten Tages[3]) in ihrer epinastischen Endlage. Dann[4]) bewegen sie sich, meist recht langsam und häufig nicht alle gleichzeitig, wieder nach innen, bis ihre

---

1) Die unteren Teile der sehr kurzen Griffel sind miteinander verschmolzen.

2) Die obere Partie des Griffels ist ringsherum mit Papillen besetzt.

3) Im Schatten, sowie bei kühlem und trübem Wetter dauert das Blühen der Blüte länger als an offenen Stellen bezw. bei heiterem, warmem Wetter. In den Blüten von Individuen, welche ich am Fenster eines Nordzimmers kultivierte, führten die Staubgefässe ihre Einwärtsbewegung erst am Nachmittage des zweiten Blühtages oder sogar erst am dritten Blühtage aus. Offenbar ist auch bei *Herniaria glabra* — wie bei zahlreichen anderen Phanerogamen — die Dauer des Blühens der Blüte vom Zeitpunkte der Bestäubung ihrer Narben, von der Schnelligkeit der Entwicklung der Pollenschläuche in ihrem Stempel und von dem Zeitpunkte der Befruchtung ihrer Samenknospe abhängig.

4) Vielfach erst nach 10 Uhr.

Antheren sich berühren und auf den mit jetzt konzeptionsfähigem Narbengewebe bedeckten Partien der Griffel liegen; ihre Filamente sind recht stark[1]) nach aussen konvex gebogen. Da zu der Zeit, wenn die Antheren die konzeptionsfähigen Narben berühren, wohl noch immer, manchmal allerdings nur noch recht wenig, Pollen an den Antheren[2]) haftet, so findet wohl regelmässig spontane Selbstbestäubung statt.[3]) In manchen Blüten sind die Narben zu der Zeit, wenn sie von den Antheren der sich einwärts bewegenden Staubgefässe berührt werden, aber schon bestäubt. Es öffnen sich nämlich, wie vorhin gesagt wurde, die Antheren nicht selten schon zu einer Zeit, in der sie sich noch in nächster Nähe der Griffel befinden, und es gelangt in diesem Falle meist eine Anzahl Pollenkörner an die Griffel. Und ausserdem werden die Blüten, die zwar klein, unscheinbar und duftlos sind, aber recht viel Honig absondern[4]), an manchen Stellen verhältnismässig reichlich von kleinen Insekten, vorzüglich Ameisen, besucht, welche die Narben meist mit dem Pollen derselben Blüte oder anderer Blüten desselben Stockes, häufig wohl auch mit Pollen anderer Stöcke — der Art — bestäuben. Bestäubung mit dem Pollen derselben Blüte führte in allen untersuchten Fällen zur Bildung normaler Samen. Gleichzeitig[5]) mit den Staubgefässen oder etwas nach ihnen beginnen auch die Kelchblätter sich nach innen zu bewegen. Kurze Zeit, nachdem die Antheren die Narben berühren, befinden sich die Kelchblätter wieder in ihrer Knospenstellung. Während dieser Einwärtsbewegung kollabieren die basalen Polster der Kelchblätter.[6]) Die Kelchblätter legen sich mit ihren Enden fest auf die Antheren und drücken diese noch dichter als vorher an die Narben. Die Kelchblätter verharren nur kurze Zeit in dieser Stellung; meist schon am folgenden Tage werden sie von dem sich schnell vergrössernden Fruchtknoten oben auseinandergedrängt.

Das Blühen der Blüten von *Herniaria glabra* ist schon von verschiedenen Forschern, z. B. von VAUCHER[7]), H. MÜLLER[8]) und WARMING[9]), behandelt worden. Nach MÜLLER's Angabe ist die

---

[1]) Ihre Spitze befindet sich etwas einwärts von ihrer Basis.

[2]) Hin und wieder ist sogar schon ein Teil der Antheren von den Filamenten abgefallen.

[3]) Eine reichliche Bestäubung der Narben ist ja auch nicht nötig, da der Fruchtknoten nur eine einzige Samenanlage enthält.

[4]) Der Honig wird auf dem Ringwulste in 15 kleinen Gruben abgesondert.

[5]) Die Einwärtsbewegung der Staubgefässe ist eine durchaus spontane: sie findet auch statt, wenn die Kelchblätter abgetragen sind.

[6]) Wenn sich der Kelch geschlossen hat, sind die Polster völlig kollabiert.

[7]) Histoire physiologique des plantes d'Europe 2. Bd. (1841), S. 451.

[8]) Weitere Beobachtungen über Befruchtung der Blumen durch Insekten, II., Verhandlungen d. naturhist. Vereins d. preuss. Rheinlande u. Westfalens 36. Jahrg. (1879), S. 198 u. f. (223—224).

[9]) Om Caryophyllaceernes Blomster, Botaniske Forenings Festskrift (1890), S. 194 u. f. (242).

Blüte von *Herniaria glabra* „kurz nach ihrem Aufblühen zweigeschlechtig; ihre Staubgefässe sind mit Pollen bedeckt, ihre pollenbedeckte Seite ist nach innen und oft zugleich etwas nach oben gekehrt. Die beiden Griffel liegen noch dicht aneinander, ihre oberen, Narben tragenden Enden divergiren aber bereits etwas und haben entwickelte Narbenpapillen. An diesen haften sogar in der Regel schon einzelne Pollenkörner, und zwar selbst an solchen Exemplaren, die gegen Insektenzutritt sorgfältig geschützt, im Zimmer aufgeblüht sind. Diese Pollenkörner können daher nur aus den Staubgefässen derselben Blüthe auf die Narbe gefallen sein. Später, nachdem die Staubgefässe entleert und ziemlich verschrumpft sind, spreizen sich die Griffel stärker auseinander, und die Blüthen sind nun rein weiblich. Durch das räumliche Auseinanderstehen der männlichen und weiblichen Geschlechtsorgane und durch das theilweise zeitliche Auseinanderrücken ihrer Entwickelung ist, wie man ohne weitere Erörterung leicht einsieht, beim Besuche geeigneter Gäste[1]) Kreuzung hinreichend begünstigt, während die oben erwähnte spontane Selbstbefruchtung beim Ausbleiben der Kreuzungsvermittler zum einstweiligen Fortpflanzen der Art genügen wird“.

Aus dem Vorstehenden geht deutlich hervor, dass MÜLLER übersehen hat, dass sich am Schlusse des Blühens der Blüte deren Staubgefässe und Kelchblätter regelmässig nach innen bewegen, und dass die Narben hierdurch stets mit allen Antheren der Blüte oder einem Teile derselben[2]) in Berührung kommen und hierbei regelmässig bestäubt werden. Auch WARMING hat die regelmässig stattfindende Einwärtsbewegung der Staubgefässe übersehen; dies geht aus seinen Worten: „Homogami eller svag Proterandri; men i Regelen sees Anthererne fjernede fra Arrene, saa at Selvbestøvning ved Berøring ikke foregaaer; dog kunne de, ved at Støvdragerne blive bøiede indad, røre ved Arrene; de vende altid indad“, klar hervor. Dagegen scheint schon VAUCHER[3]) die regelmässig erfolgende Einwärtsbewegung der Staubgefässe und die hierdurch herbeigeführte Bestäubung der Narben beobachtet zu haben, denn er sagt: „Les fleurs s'ouvrent . . . . et montrent des anthères jaunàtres qui s'approchent successivement d'un stigmate épaissi; en même temps, on aperçoit l'humeur miellée, recouvrant le torus. Après la fécondation, les lobes du calice se réunissent et la fleur reste fermée en laissant sortir son stigmate desséché“.

---

[1] MÜLLER (a. a. O.) hat als Besucher „äusserst winzige Dipteren der Gattungen *Siphonella*, *Oscinis* und *Cecidomyia*“, sowie eine Ameise, *Myrmica laevinodis* Nyl. ☿, beobachtet.

[2] Vergl. S. 312, Anm. 2.

[3] Sowohl bei *Herniaria hirsuta* als auch bei *H. glabra*.

45. Bengt Lidforss: Über die Chemotaxis der Equisetum-spermatozoiden.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 22. Juli 1905.

In The Botanical Magazine, Vol. XIX, Nr. 219, hat neulich K. SHIBATA eine vorläufige Mitteilung über die Chemotaxis der *Salvinia*-Spermatozoiden veröffentlicht. Am Schlusse seiner interessanten Mitteilung, von der ich durch die Liebenswürdigkeit des Verfassers in diesen Tagen einen Sonderabdruck erhielt, erklärt SHIBATA, dass er auch beabsichtige, die Samenfäden anderer Pflanzen, zumal Characeen und Equiseten bald in den Kreis der Untersuchung zu ziehen. Da ich selbst mich seit einiger Zeit mit den Reizbewegungen der *Equisetum*-Spermatozoiden beschäftige, so mag es mir erlaubt sein, hier in aller Kürze über einige von den bis jetzt gewonnenen Resultaten zu berichten.

Das Untersuchungsmaterial haben mir zwei in unserer Gegend wildwachsende *Equisetum*-Arten, *E. arvense* und *E. palustre*, geliefert. Die betreffenden Spermatozoiden erhält man leicht, wenn man die Sporen auf sterilisierte Erde aussäet; auf gewöhnlicher Erde oder auf Torfstücken geht die Mehrzahl der auskeimenden Prothallien durch pflanzliche und tierische Parasiten bald zu Grunde. Werden die männlichen Prothallien ins Wasser gebracht, so quellen aus den Antheridien zahlreiche Spermatozoidmutterzellen hervor, denen die bekanntlich sehr grossen Spermatozoiden rasch entschlüpfen.

Das spezifische Reizmittel der *Equisetum*-Spermatozoiden ist in erster Linie Äpfelsäure. Bringt man zu einem mit Spermatozoiden beschickten Tropfen eine Kapillare, die 0,1 pCt. von neutralem äpfelsaurem Kali enthält, so eilen die Spermatozoiden sofort auf die Kapillarmündung zu und dringen massenhaft in die Röhre hinein, so dass in wenigen Minuten oft eine Ansammlung von mehreren hunderten Spermatozoiden entsteht. Schon die zielbewusste Art und Weise, auf welche die Samenfäden auf die Kapillarmündung lossteuern, macht es beim ersten Blick ersichtlich, dass es sich hier um eine topochemotaktische (strophische) Reaktion) handelt, was noch zum Überfluss durch die rapiden Drehungen, welche quer auf die Kapillare schwimmende Spermatozoiden an der Mündung ausführen, bestätigt wird. Auf Grund sowohl der Reinheit der Reaktion wie der Grösse der Organismen eignen sich diese Spermatozoiden vorzüglich für Demonstrationszwecke, Praktika u. dergl.

Wie die neutralen äpfelsauren Alkalisalze verhalten sich auch die sauren Kali- und Kalksalze, doch spielen hier Giftwirkungen ein, so dass die Spermatozoiden allerdings massenhaft in eine Kapillare mit 0,05prozentiger Lösung von saurem äpfelsaurem Kali hineinsteuern, hier aber bald ihre Bewegungen einstellen und absterben.

Freie Äpfelsäure wirkt bei niedrigeren Konzentrationen (z. B. $^1/_{1000}$ Mol.) sehr stark anlockend, so dass die Kapillare bald mit zahlreichen, sehr lebhaft schwärmenden Spermatozoiden gefüllt wird. Bei höheren Konzentrationen stellen sich Repulsionswirkungen ein, worüber näheres in der ausführlichen Arbeit berichtet werden soll.

Die Reizschwelle in bezug auf Äpfelsäure liegt ungefähr bei $^1/_{10000}$ Mol. Dies vorausgesetzt, dass man mit kräftigen, lebhaft schwärmenden Samenfäden zu tun hat; sind die Samenfäden, wie es oft vorkommt, aus irgend einem Anlass etwas geschwächt, so reagieren sie erst auf beträchtlich höhere Konzentrationen.

Ausser von äpfelsauren Salzen werden die *Equisetum*-Spermatozoiden sehr energisch von maleïnsauren Salzen angelockt. Dagegen verhalten sie sich vollkommen indifferent gegen Fumarsäure bezw. fumarsaure Salze. In dieser Hinsicht stimmt also *Equisetum* mit den Farnen und *Salvinia*[1]) überein, während umgekehrt die Samenfäden von *Isoëtes* nach SHIBATA[2]) wohl von Fumarsäure, nicht aber von Maleïnsäure angelockt werden.

Die Samenfäden von *Equisetum* stimmen ferner mit denen von *Salvinia* auch darin überein, dass sie von Calciumsalzen angelockt werden. Die betreffende Anlockung tritt sehr deutlich zu Tage, wenn man zu den Spermatozoiden eine Kapillare mit 0,1prozentiger $CaCl_2$-Lösung schiebt: die Spermatozoiden dringen dann prompt in die Kapillare hinein, wo sie unter lebhaftem Herumschwärmen stundenlang lebendig bleiben. Noch stärkere Anlockung erhält man bei Verwendung einer einprozentigen $CaCl_2$-Lösung, doch werden in diesem Falle die massenhaft eindringenden Spermatozoiden fast momentan bewegungslos. Andere Kalksalze, z. B. das Sulfat und Nitrat, verhalten sich durchaus analog.

Dagegen üben Kalisalze, welche nach BULLER[3]) die Farnspermatozoiden chemotaktisch reizen, bei den in Rede stehenden Konzentrationen keine Einwirkung auf die *Equisetum*-Spermatozoiden aus. Bei höheren Konzentrationen stellen sich aber ausgesprochene Repulsionswirkungen ein. So dringt z. B. in eine Kapillare, welche

---

1) SHIBATA l. c. S, 40.

2) SHIBATA: Studien über die Chemotaxis von *Isoëtes*-Spermatozoiden. Ber. der Deutschen bot Ges. Bd. XXII. S. 478.

3) R. BULLER, Contributions to the physiology of the Fernspermatozoa. Annals of Botany, Vol. 14, S. 543.

neben 0,1 pCt. äpfelsaurem Kali 10 pCt. Kalinitrat enthält, kein einziger Samenfaden hinein, während z. B. die *Marchantia*-Spermatozoiden unter gleichen Umständen massenhaft in die Kapillare einwandern, wo sie sofort bewegungslos werden. Enthält aber die Kapillare anstatt 10 pCt. Kalinitrat eine 30prozentige Rohrzuckerlösung + 0,1 pCt. äpfelsaures Kali, so eilen die *Equisetum*-Spermatozoiden ohne Zögern in die Kapillare hinein, wo sie sofort plasmolysiert werden und sich wie Leichname anhäufen. Dies beweist offenbar, dass die abstossende Wirkung der Kalisalze nicht osmotaktischer, sondern negativ chemotaktischer Art ist. In diesem Punkte scheint also eine gewisse Analogie zwischen den *Equisetum*- und den *Isoëtes*-Spermatozoiden zu bestehen.

Eine Aërotaxis, wie sie bei den *Marchantia*-Spermatozoiden vorkommt,[1]) konnte bei den Samenfäden von *Equisetum* nicht nachgewiesen werden.

In dieser kurzen Mitteilung habe ich nur die gröbsten Umrisse der bis jetzt gewonnenen Resultate gegeben; nähere Einzelheiten und daran anknüpfende Erörterungen wird die ausführliche Arbeit bringen.

Lund, Botanisches Institut der Universität.

46. E. Palla: Über den morphologischen Wert der Blüte der Gattungen Lipocarpha und Platylepis.

Mit Tafel XIV.

Eingegangen am 22. Juli 1905.

Die von mir übernommene Bearbeitung der Cyperaceen der Pflanzenausbeute, die durch die von der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien ausgerüstete Expedition unter VON WETTSTEIN's Führung in den Jahren 1901—1902 in Südbrasilien zustande gebracht worden ist, hat mir die Gelegenheit geboten, je eine *Lipocarpha*- und *Platylepis*-Art näher untersuchen zu können. Beiden Gattungen werden bekanntlich Blüten zugeschrieben, die mit zwei Vorblättern beginnen und zu vielen in schraubiger Stellung in einem oder einigen wenigen Ährchen stehen. NEES[2]) hat sie mit

---

[1]) LIDFORSS, Über die Reizbewegungen der *Marchantia*-Spermatozoiden, Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. 41, S. 85.

[2]) Linnaea IX, S. 287.

Hypolytrum und anderen in der Tribus der Hypolytreen untergebracht, und ihm schliessen sich BOECKELER[1]) und PAX[2]) an, während CLARKE[3]) *Lipocarpha* zu der Tribus 2. Scirpeae seiner Subordo I. Scirpo-Schoeneae stellt, *Hypolytrum* aber in der Subordo III. Mapanieae anführt. RIKLI[4]) hat gefunden, dass *Lipocarpha* und *Ascolepis* (= *Platylepis*) „Chlorocyperaceen“ sind, *Hypolytrum* dagegen eine „Eucyperacee“ ist. Ich kann RIKLI's Angaben nur bestätigen und füge hier ergänzend hinzu, dass nach dem System, welches ich in den jüngst zur Ausgabe gelangten zwei Cyperaceen-Lieferungen der 3. Auflage der KOCH'schen „Synopsis der Deutschen und Schweizer Flora“ aufgestellt habe, *Lipocarpha* und *Platylepis* im besonderen zu der Gruppe Chlorocypereen der Abteilung der Chlorocyperinen gehören.

Die Tatsache, dass *Lipocarpha* und *Platylepis* Chlorocypereen sind, muss sofort den Verdacht erwecken, dass die bisher übliche Deutung der Blütenverhältnisse der beiden Gattungen unmöglich richtig sein kann, denn sämtliche Chlorocypereen weisen vorblattlose, nackte Blüten auf, die, zwei *Dichostylis*-Arten ausgenommen, in Ährchen mit zweizeilig gestellten Deckblättern stehen. Der Verdacht wird zur Gewissheit, wenn man den Bau der Spindel der sogenannten Ährchen von *Lipocarpha* und *Platylepis* in Betracht zieht. Die Spindel eines Scirpoideen-Ährchens, mögen die Deckblätter zweizeilig oder vielzeilig angeordnet sein, weist ein überaus charakteristisches Aussehen auf, welches dadurch bedingt wird, dass das Scirpoideen-Ährchen ein Sympodium ist; bei den Rhynchosporideen ist der von PAX[5]) zuerst nachgewiesene sympodiale Aufbau des Ährchens ohne weiteres erkennbar, bei den Scirpoideen hingegen dadurch verschleiert, dass das Deckblatt, welches als Tragblatt des nächsten Sympodialgliedes fungiert, bis knapp an den Grund der das Sympodialglied abschliessenden Blüte hinaufrückt und so scheinbar zum Tragblatt der Blüte selbst wird[6]). Die Spindel eines *Lipocarpha*- oder *Platylepis*-Ährchens zeigt aber einen ganz anderen Bau: sie stimmt vollständig überein mit der Spindel eines Köpfchens der habituell so ähnlichen Gattung *Kyllingia*. Die „Ährchen“ von *Lipocarpha* und *Platylepis* sind demnach den *Kyllingia*-Köpfchen voll-

---

1) Linnaea XXXVII, S. 112.

2) Die natürlichen Pflanzenfamilien, II, 2, S. 104.

3) Symbolae Antillanae, II, S. 8—10

4) „Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Cyperaceen ....“ in Jahrb. für wissensch. Bot. XXVII, S. 560 u. ff.

5) „Beiträge zur Morphologie und Systematik der Cyperaceen“ in Bot. Jahrb. für Syst. VII, S. 290.

6) Näheres über diese Verhältnisse wird von mir in einer späteren Abhandlung veröffentlicht werden.

ständig homologe Gebilde, die „mit Vorblättern beginnenden Blüten“ aber einblütige Ährchen. In den nachfolgenden Zeilen will ich den Bau dieser eigentlichen Ährchen etwas näher beschreiben; zuerst muss ich aber eine Schilderung der Verhältnisse vorausschicken, die sich an den Ährchen der Gattung *Kyllingia* vorfinden.

Kyllingia.

Sonderbarerweise werden dieser Gattung allgemein mehr Deckblätter zugeschrieben, als sie tatsächlich besitzt[1]). Man bezeichnet nämlich die zwei untersten Schüppchen, die sich am Grunde eines jeden Ährchens vorfinden, ebenfalls als Deckblätter, was aber durchaus falsch ist. Nähere Untersuchungen erweisen ohne weiteres, dass das erste (untere) Blättchen das Tragblatt, das zweite (obere) das deutlich, wenn auch sehr kurz, scheidige adossierte Vorblatt des Ährchens ist, also für Cyperaceen ganz normale Verhältnisse vorliegen. Auf das Vorblatt folgen zwei in der Mediane liegende, stark kahnförmig zusammengedrückte Deckblätter, von denen das untere (vordere) das scheinbare Tragblatt der einzigen Blüte ist; bisweilen kommt noch eine obere ♂ Blüte ohne oder mit verkümmertem Fruchtknoten, oder selbst eine vollständig zweigeschlechtige Blüte zur Entwicklung, ebenso wie hier und da ein drittes Deckblatt beobachtet werden kann. *Kyllingia* besitzt demnach transversal stark zusammengedrückte, sitzende, einblütige Ährchen, welche in der Achsel eines schuppenförmigen Tragblattes stehen, mit einem Vorblatt beginnen und zwei Deckblätter haben (Fig. 5). Von *Mariscus* unterscheidet sich die Gattung prinzipiell eigentlich nur durch den zweinarbigen Fruchtknoten.

Lipocarpha.

Hier setzt sich das Ährchen, das etwas kürzer oder wenig länger als sein Tragblatt ist, aus zwei median gestellten Blättern und einer Blüte zusammen; da die Blätter nicht oder nur schwach kahnförmig ausgebildet sind, erscheint das Ährchen mehr oder minder stark median zusammengedrückt. Das erste Blatt des Ährchens liegt hinten

---

1) So heisst es beispielsweise bei Nees in „Flora Brasil.“, II, 1, S. 11: „Squamae 4: distiche imbricatae: 2 inferioribus minutis, vacuis; 2 reliquis includentibus florem hermaphroditum et quandoque simul masculum“; bei Boeckeler in „Linnaea“, XXXV, S. 403: „Squamarum floriferarum duae inferiores (jedenfalls ein Druckfehler statt interiores) plerumque florem unicum fertilem includentes .... Squamae exteriores vacuae 2 v. 1 minutae subpersistentes“; bei Pax in „Die natürlichen Pflanzenfamilien“, II, 2, S. 109: „Deckschuppen 3—4 ..., Fr. (Frucht) flach, von den 2 grösseren Deckschuppen umhüllt“; bei Clarke in „Symbolae Antillanae“, II, S. 10: „Spicula 4—5-gluma; rhachilla supra 2 glumas imas articulata proventu caduca. Glumae distichae; tertia florem bisexualem nuciferum fovens, quarta et quinta vacuae“.

und umfasst mit seinen Rändern das deutlich höher gestellte, vorne gelegene; analog den Verhältnissen am *Kyllingia*-Ährchen muss also das hintere Blatt ein Vorblatt, das vordere ein Deckblatt sein. *Lipocarpha* unterscheidet sich demnach von *Kyllingia*, wenn wir von der Dreinarbigkeit des Fruchtknotens absehen, wesentlich nur dadurch, dass das zweite, median obere Deckblatt fehlt (Fig. 7). Bei *Lipocarpha Sellowiana* ist das Deckblatt etwas kleiner als das Vorblatt, und man darf diese Erscheinung wohl als eine Tendenz zur allmählichen Unterdrückung des Deckblattes ansehen, was mir gerade mit Rücksicht auf die bei der Gattung *Hemicarpha* vorhandenen Verhältnisse von Bedeutung erscheint. *Hemicarpha* hat bekanntlich „Ährchen“ mit vielzeilig gestellten Tragblättern und nackte Blüten, die von einem einzigen, median hinteren Vorblatt gestützt werden. Ich konnte bisher leider keine einzige Art dieser Gattung untersuchen. Wenn wir uns aber vergegenwärtigen, dass nach RIKLI[1]) *Hemicarpha* eine „Chlorocyperacee“ ist und NEES[2]) die „Ährchen“-spindel der *Hemicarpha subsquarrosa* ganz mit dem für *Lipocarpha* charakteristischen Bau versehen bildlich zur Darstellung bringt, so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass *Hemicarpha* nichts anderes als eine zweinarbige *Lipocarpha* ist, deren Ährchen so weit reduziert sind, dass sie ausser der Blüte nur mehr das Ährchen-Vorblatt aufweisen (Fig. 8).

Platylepis.

Bei der von mir untersuchten *Pl. leucocephala* sitzt in der Achsel eines jeden Tragblattes ein median verflachtes Blattgebilde von eigentümlichem Bau (Fig. 1 und 2). Es ist verkehrt-eiförmig, oben plötzlich in eine Stachelspitze zusammengezogen, an den Rändern breit geflügelt, und weist auf seiner hinteren Seite in seinem mittleren Teil einen hohlen Sack auf, welcher erst nahe dem Grunde der Stachelspitze mit offener Mündung endet (Fig. 2); in der Sackhöhle eingeschlossen befinden sich, dem Grunde des Sackes entspringend, der zweinarbige Fruchtknoten und das einzige Staubgefäss, und erst zur Zeit der Geschlechtsreife ragen die Narbenschenkel und die Anthere aus der Sackmündung heraus. Ausser dem sackförmigen Blatt, dem „Utriculus“ der älteren Autoren, und den Geschlechtsblättern weist das Ährchen, denn mit einem solchen haben wir es zu tun, keine anderen Blattorgane auf, und es fragt sich nun, wie wir hier die Verhältnisse zu deuten haben. Die in der Literatur über die morphologische Natur des sackförmigen Blattes vorliegenden Angaben stimmen alle darin überein, dass dieses Blatt zweien mit-

---

1) A. a. O., S. 560 und 562.

2) In „Flora Brasil.“, II, 1, T. 4, f. I, 1 f.

einander verwachsenen Blättern entspricht; aber über die Stellung der beiden Blätter liegen zwei einander diametral entgegenstehende Ansichten vor. Die älteren Autoren, so namentlich NEES[1]) und zuletzt BOECKELER[2]), nehmen Medianstellung der Blätter an, PAX[3]) hingegen Transversalstellung. Eine stillschweigende Voraussetzung für die Annahme, dass das sackförmige Blatt zwei seitlich miteinander verwachsenen Blättern entspricht, wäre wohl die, dass die beiden Blätter zusammen einen zweigliederigen Quirl bilden. Das macht schon die angebliche Zweiblätterigkeit des *Platylepis*-Utriculus etwas verdächtig, denn zu einer wahren Quirlstellung kommt es bei den Chlorocypereen, selbst wenn die $^1/_3$ oder $^1/_2$ Cyklen noch so gestaucht sind, auch in der Hochblattregion nach meinen Beobachtungen nirgends (die Geschlechtsblätter selbstverständlich ausgenommen). Aber sehen wir, da ja in unserem speziellem Falle immerhin wahre Opposition der angenommenen zwei Hochblätter vorliegen könnte, gänzlich von diesem Einwurfe ab, und untersuchen wir, was denn der anatomische Befund dazu sagt. Der durch einen schon abgeblühten „Utriculus" geführte Querschnitt zeigt folgendes Bild (Fig. 4). Der Teil, der die Sackhöhlung oben abschliesst und sich oberwärts in der Mitte zu einer seichten Furche vertieft, besteht anscheinend aus einer einzigen Zellreihe; die knotigen Verdickungen aber, die sich an der inneren Tangentialwand vorfinden, sowie der Umstand, dass hier und da eine Zelle unterhalb der Zellreihe zu beobachten ist, lassen erkennen, dass hier ein zweischichtiges Gewebe vorliegt, dessen untere Zellfläche frühzeitig kollabiert und mit den unteren Tangentialwänden der oberen Zellfläche eine scheinbar einheitliche Membran bildet. Der Teil, welcher die Sackhöhle unten abgrenzt, ist mehrschichtig und führt in seiner Mitte das einzige Gefässbündel, das sich in dem „Utriculus" vorfindet und dessen Leptomteil nach unten gekehrt ist; zwischen den beiden Epidermen, von denen die innere frühzeitig, vielleicht schon zur Blütezeit, zerstört wird, so dass von ihr bis weit an die Seiten der Sackhöhlung hinauf nur mehr die äusseren Tangentialwände unverletzt erhalten sind, liegt ein farbloses Gewebe, dessen dünnwandige Zellen kollabiert

---

1) „Flora Brasil.", II, 1, S. 63: „Squamularum anterior oblongo-lanceolata obtuse acuminata posteriori longior et rigidior, haec obovata, rotundata, cum anteriore connata et una cum hac utriculum construens obovatum, cuspidatum, alato-marginatum caryopsin stylumque fere ad apicem includentem" (*Pl. xanthocephala* Nees).

2) Linnaea XXXVII, S. 119: „Squamae interiores duae, squamae exteriori minori parallelae . . .; anterior (wohl Schreibfehler für posterior) tenui-membranacea perangusta cum altera majori et rigidiori lateribus penitus connata et hoc modo cum ea canalem in medio squamae formans depressum apice apertum, florem tardiusque fructum foventem".

3) Bot. Jahrb. für Syst., VII, S. 289; Die natürlichen Pflanzenfamilien, II, 2, S. 106.

und vielfach zerknittert erscheinen. Die beiden Seiten des „Utriculus“ setzen sich, ausser an den beiderseitigen, einige wenige Baststränge führenden Epidermen, ebenfalls nur aus einem zerknitterten lufthaltigen Gewebe zusammen, in dem zerstreut Exkretzellen liegen. Die breiten Flügel bauen sich aus zwei Zellschichten auf, der oberen und unteren Epidermis, und enthalten nahe ihrer Ansatzstelle je ein kleines Bastbündel.

Das Endergebnis der anatomischen Untersuchung läuft also darauf hinaus, dass der „Utriculus“ streng dorsiventral gebaut ist. Dadurch wird sofort die Ansicht PAX’ hinfällig, dass er aus der Verwachsung zweier transversal gestellter Blätter hervorgegangen ist; denn bestände die Ansicht PAX’ zu Recht, so müsste man gerade an den Flanken, da, wo die Flügelbildung beginnt, je ein Gefässbündel mit gegen die Höhlung gekehrtem Hadrom finden, die Mitte dagegen nicht bloss der Bauch-, sondern auch der Rückenseite gefässbündelfrei. Aber auch gegen die ältere Theorie, dass der „Utriculus“ seine Entstehung der Verwachsung zweier median gestellter Blätter verdankt, spricht die Dorsiventralität dieses Gebildes, man müsste denn, wofür aber nicht der geringste Anhaltspunkt gegeben ist, annehmen, dass die beiden Blätter anatomisch ganz und gar ungleichwertig sind. Die objektive Beurteilung des anatomischen Befundes zwingt uns deshalb zu dem Schlusse, dass der „Utriculus“ nur ein einziges, scheidig entwickeltes Blatt darstellen kann, welches median unten liegt und demnach ein Deckblatt ist[1]. Die Gattung *Platylepis* charakterisiert sich also durch einblütige, vorblattlose[2], ein einziges, scheidiges Deckblatt führende Ährchen. Eine wertvolle Bestätigung dieser Definition erhielt ich durch die Auffindung eines zweiblütigen Ährchens (Fig. 3). Dieses Ährchen bestand aus zwei Deckblättern und zwei normalen Blüten; jede Blüte setzte sich aus einer halbreifen Frucht und aus einem Filament, dessen Anthere schon abgefallen war, zusammen. Das median untere Deckblatt, welches in seiner Ausbildung stark an das von *Lipocarpha Sellowiana* erinnerte, war nicht scheidig, wies aber nach oben zu umgeschlagene, einander berührende Ränder auf, so dass es dennoch die Frucht mit Ausnahme der noch erhaltenen

---

[1] Die Bezeichnung „Utriculus“, die früher in Gebrauch stand, hat also insofern Berechtigung, als ebenso wie bei *Carex* ein einziges scheidenförmiges Blatt die Blüte in seiner Höhlung einschliesst; dennoch sind der *Platylepis*- und der *Carex*-Utriculus nicht homologe, sondern nur analoge Organe, da ja nach meiner Ansicht die Scirpoideen-Deckblätter keine Tragblätter der Blüten, wohl aber der *Carex*-Schlauch das Tragblatt der ♀ Blüte ist.

[2] Ob nicht etwa ein Vorblatt der Anlage nach vorhanden ist, konnte ich dem mir zu Gebote stehenden Herbarmaterial nicht entnehmen; möglich wäre es bei dem so konservativen Charakter dieses Hochblattes immerhin.

Narben vollständig umhüllte; die so charakteristische Flügelbildung fehlte gänzlich. Das median obere Deckblatt zeigte echte Scheidenbildung, nur dass die Scheide von der Mitte an offen war; ein eigentümliches Aussehen bot dieses Deckblatt dadurch, dass die eine Hälfte vollständig flügellos, die andere aber mit einem normal ausgebildeten Flügel versehen war. Ich zweifle nicht, dass auch noch bei *Lipocarpha* das Auftreten zweiblütiger Ährchen als Rückschlagserscheinung wird beobachtet werden.

Durch den Nachweis, dass die scheinbaren Ährchen der Gattungen *Lipocarpha*, *Hemicarpha* und *Platylepis* nicht den Scirpoideen-Ährchen homologe Infloreszenzen sind, sondern den *Kyllingia*-Köpfchen entsprechen, und die scheinbaren Blüten in Wirklichkeit einblütige Ährchen darstellen, wird die Gruppe der Chlorocypereen, in welcher sonst die genannten drei Gattungen eine nicht recht verständliche, isolierte Stellung einnehmen würden, zu einem einheitlichen Ganzen gestaltet. Nach meinen Untersuchungen lassen sich innerhalb der Gruppe bis jetzt 12 Gattungen unterscheiden, deren Anführung diese Mitteilung beschliessen möge.

Übersicht der Chlorocypereen-Gattungen.

A. Deckblätter zur Abstammungsachse des Ährchens median gestellt.

  I. Gefässbündel der Blattspreite in einer einzigen Reihe.

    a) Deckblätter abfallend; Ährchen (vielblütig) nicht abfallend.

        1. *Chlorocyperus* Rikli. Ährchenspindel zweikantig, an den Kanten geflügelt; Narben 3.

        2. *Pycreus* Pal. Beauv. Ährchenspindel vierkantig, nicht oder kaum geflügelt; Narben 2.

    b) Deckblätter nicht abfallend; Ährchen zur Zeit der Fruchtreife abfallend.

      α) Ährchen viel- bis einblütig; Narben 3.

        3. *Mariscus* Gaertn. Spindel nicht in die einzelnen Glieder zerfallend.

        4. *Torulinium* Desv. (*Diclidium* Nees). Spindel bei der Reife in ebensoviele Glieder zerfallend, als fruchtumhüllende Deckblätter vorhanden sind.

      β) Ährchen (normal) einblütig; Narben 3—2.

        1. Ährchen-Vorblatt vorhanden; Deckblätter nicht scheidig.

          * Deckblätter vorhanden.

5. *Kyllingia* Rottb. Deckblätter 2; Narben 2, median.
6. *Lipocarpha* R. Br. Deckblatt 1; Narben 3.

** Deckblätter fehlen.

7. *Hemicarpha* Nees. Narben 2, transversal.

2. Ährchen-Vorblatt fehlt; Deckblatt 1, scheidig.

8. *Platylepis* Kunth (*Ascolepis* Nees). Narben 2, transversal.

II. Orbiculäre Gefässbündel der Blattspreite in zwei Reihen.

9. *Duval-Jouvea* Palla. Ährchen vielblütig; Narben 3—2.

B. Deckblätter zur Abstammungsachse des Ährchens transversal gestellt oder (bei *Dichostylis*-Arten) mehrzeilig.

I. Blattspreite mit Mittelrippe.

10. *Dichostylis* Pal. Beauv. Narben 3—2.

II. Blattspreite ohne Mittelrippe.

11. *Galilea* Parl. Halm- und Blattgewebe xerophil gebaut; Narben 3.
12. *Acorellus* Palla. Halm- und Blattgewebe hygrophil gebaut; Narben 2.

Graz, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—4: *Platylepis leucocephala* Nees.

Fig. 1. Deckblatt (zugleich das Ährchen vorstellend) von vorne gesehen. Schwach vergrössert.
„ 2. Deckblatt von hinten gesehen (Flügel und Sack weiss gehalten). Schwach vergrössert.
„ 3. Zweiblütiges Ährchen (das untere Deckblatt für die Abbildung nach abwärts gebogen). Schwach vergrössert.
„ 4. Querschnitt durch das Deckblatt (etwas oberhalb der Mitte des Deckblattes gehend). Vergr. 60.

Fig. 5—8: Diagramme der Ährchen von:

Fig. 5. *Kyllingia pungens* Nees.
„ 6. *Platylepis leucocephala* Kunth.
„ 7. *Lipocarpha Sellowiana* Kunth.
„ 8. *Hemicarpha micrantha* (Vahl) Britton.

t Tragblatt, *v* Vorblatt, *d* Deckblatt.

47. M. Koernicke: Weitere Untersuchungen über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen.

Eingegangen am 25. Juli 1905.

In diesen Zeilen sollen die Ergebnisse einer Anzahl Versuche niedergelegt werden, die sich an die früheren, im vorigjährigen Jahrgang dieser Berichte (S. 148 und 155 ff.) veröffentlichten anschlossen und bis jetzt fortgeführt wurden. Äussere Gründe waren die Veranlassung, sie schon jetzt zum Abschluss zu bringen und Bericht über sie zu geben. Da die vorliegenden Angaben meines Erachtens nach verschiedenen Seiten hin zur Vervollständigung des Bildes von der Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf den Organismus beitragen, so glaubte ich, sie nicht zurückhalten zu dürfen.

Keimungs- und wachstumsphysiologische Untersuchungen.

Zunächst sei die Gelegenheit benutzt, im Anschluss an meine früheren Mitteilungen, die sich zum grossen Teil mit der Wirkungsweise des Radiums auf die Keimung bezogen, noch einige Beobachtungen nachzutragen. Herr Prof. MARCKWALD, Berlin[1]), hatte mir freundlichst eine grössere Menge eines sehr aktiven Radiumsalzgemisches für meine Versuche zur Verfügung gestellt. Das Gemisch bestand aus 0,75 *g* etwa 4 pCt. Radium-Baryum-Chlorid und befand sich in einer Kapsel aus dünnem, für die Radiumstrahlen besonders gut permeablen Aluminiumblech, die auf einer Flachseite mit Glas verschlossen war. Mit diesem Präparat wurden *Vicia Faba*- und *Brassica Napus*-Samen in trockenem und gequollenem Zustand, und zwar 24 Stunden bis 3 Tage lang bestrahlt, wobei die Kapsel mit der Aluminium-Flachseite an die Samen gebracht wurde. Die in günstige Keimungsbedingungen überführten Samen zeigten ganz dieselben Erscheinungen, wie ich sie bei meinen Versuchen mit den im Glas eingeschlossenen 10 und 5 *mg* Radiumbromid erhalten hatte[2]), d. h. sie keimten bald. Dabei blieben die Wurzeln von *Vicia Faba* nach etwa 3 Tagen auf einer Länge von etwa 15—25 *mm* stehen. *Brassica Napus* erwies sich auch bei meinen Versuchen mit dem MARCKWALD'schen Präparat, wie bei meinem früheren[1]), sehr resistent gegen die Radiumstrahlen; die aus den betrahlten Samen hervorgehenden Keimlinge entwickelten sich gut weiter, ohne wie der Vergleich mit den Kontrollexemplaren lehrte, im Wachtum auffällig hinter letzteren zurückzubleiben. Die wachstumshemmende Wirkung des von der relativ grossen Radiummenge durch das dünne Aluminiumblech gehenden Strahlen unterschied sich somit nicht von derjenigen, welche durch die im Glasröhrchen eingeschlossenen kleineren Mengen auf die Samen ausgeübt wurden.

---

[1]) Ihm sowohl, wie Herrn Geheimrat PFEFFER, Leipzig, sei für die gütige Überlassung der bei meinen Versuchen dienenden Radiumpräparate auch an dieser Stelle gedankt, ferner Herrn Geheimrat LANDOLT, Berlin, Herrn Geheimrat KNY, Berlin und Herrn Professor NOLL, Bonn-Poppelsdorf, für die bereitwilligst gegebene Erlaubnis, in ihren Instituten meine Versuche anstellen zu dürfen, und schliesslich Herrn Dr. KONEN, Bonn, für die liebenswürdige Übernahme der Aufgabe, die Radioaktivität der Leipziger Präparate zu bestimmen.

[2]) A. a. O., S. 158, 159.

Weitere hier zu nennende Versuche waren dahin gerichtet, festzustellen, ob eine geringe Expositionsdauer schon genügt, um die Wachstumshemmung in den sich entwickelnden Keimen herbeizuführen. Die Samen von *Vicia Faba*, die sich bei den früheren als besonders empfindlich der Radiumwirkung gegenüber erwiesen hatten, wurden auch hierbei als Versuchsobjekte gewählt. Die Versuche lehrten, dass schon einstündige Bestrahlung mit 5 *mg* im Glasröhrchen eingeschlossenem $\mathrm{Ra\,Br_2}$ ausreicht, um Wachtumsstillstand bei den sich später entwickelnden Keimpflänzchen zu erreichen. Doch nahmen in vielen Fällen die Wurzeln, welche bei 3—3,5 *cm* Länge im Wachstum stehen geblieben waren, etwa eine Woche später das Wachstum wieder anf, andere entwickelten Seitenwurzeln, während die Hauptwurzel in inaktivem Zustand verharrte, dabei aber nicht zu Grunde ging. So konnte man an schon mehrere Wochen alten *Vicia Faba*-Pflanzen, die sich aus derartigen Keimlingen weiter entwickelt hatten, noch immer die zurückgebliebene gedrungene, bräunliche, dabei turgeszent erscheinende Hauptwurzel bemerken, die keine Spur von Desorganisation zeigte. — Was den Spross anbetrifft, so liess sich niemals feststellen, dass sein ebenfalls im Wachstum gehemmter Vegetationskegel seine Arbeit wieder aufnahm. Es entwickelten sich an der Ansatzstelle der Kotyledonen meist üppige Adventivsprosse; der Hauptspross, der oft bis zu 6 *cm* Länge erreicht hatte, blieb aber zwischen diesen erhalten und zeigte sich auch bei älteren Pflanzen vollkommen kräftig, wenn auch in der Ausbildung der Blätter reduziert.

Auch die aus Samen, welche $1^1/_2$ Stunden den Radiumstrahlen ausgesetzt waren, sich entwickelnden Wurzeln konnten einige Tage nach Sistierung des Wachstums wieder das Wachstum aufnehmen. Es zeigte sich in allen diesen Fällen, dass die nach Abschiebung einer kleinen, bräunlichen Kappe von desorganisierten Zellen als direkte Fortsetzung der nach dem Wachstumsstillstand bräunlich gewordenen Wurzel die normale, gelblichweisse Farbe besass und weiterhin behielt, wodurch sich auch späterhin ihre Ursprungsstelle deutlich erkennen liess.

---

[1]) A. a. O., S. 160, 161.

Dass Samen, welche 2, 3, 4, 5, 6, 10 usw. Stunden bestrahlt wurden, beim Keimen ähnliche Verhältnisse aufwiesen, sei hierbei noch erwähnt. Eine Wiederaufnahme des Wachstums der sistierten Wurzeln konnte jedoch dabei, bis auf einen Fall, der bei Schilderung der geotropischen Versuche erwähnt werden soll, nicht beobachtet werden.

Samen von *Vicia Faba*, welche 14 Tage lang bestrahlt worden waren, zeigten sich durch diese lang andauernde Einwirkung der Strahlen nicht getötet. Auch sie keimten, doch blieben die Wurzeln kleiner, als die aus kürzer bestrahlten Samen hervorgegangenen, etwa 1,3—1,5 *cm* lang, und auch der Spross brachte es höchstens auf eine Länge von 1 *cm*. Bemerkt sei hierbei, dass auch unter den kürzer bestrahlten Samen von *Vicia Faba* sich vielfach solche befanden, die bei der Keimung verhältnismässig kurze Wurzeln trieben, was sich daraus erklärt, dass die *Vicia Faba*-Samen, wie ich aus zahlreichen Kontrollversuchen ersah, sich in Keimungs- und Wachstumsintensität individuell oft sehr von einander unterschieden.

Um nun möglichst sichere Anhaltspunkte für die Lösung der Frage zu gewinnen, ob die verschieden lange Einwirkungsdauer der Radiumstrahlen wirklich eine verschieden starke Beeinflussung der Wachstumsintensität im Gefolge habe, musste nach einem Objekt gesucht werden, welches in normalen Verhältnissen besonders gleichmässig sich beim Keimen verhielt. Dies fand sich nach langem Suchen in den Samen einer Varietät von *Pisum sativum* mit grünen Kotyledonen. Bei ausgesuchten, gleich grossen und schweren Samen ging die Keimung zu gleicher Zeit und mit gleicher Schnelligkeit vor sich. Die Keimwurzeln, welche aus 1 Tag lang bestrahlten Samen hervorgegangen waren, erreichten eine Länge von 4 *cm*. Aus 2 Tage bestrahlten Samen entwickelten sich Wurzeln von 1,8—2 *cm* Länge und aus 3 Tage lang bestrahlten solche von 1,4—1,6 *cm* Länge. 4—10 Tage lang bestrahlte und dann zum Keimen gebrachte Samen wiesen nach Sistierung des Wachstums Keimwurzeln von annähernd derselben Länge (etwa 1,2—1,5 *cm*), wie die letzteren auf. Diese Versuche an aller Voraussicht nach gleich empfindlichen Exemplaren zeigten demnach, dass der Erfolg verschieden langer, bis zu 3 Tage dauernder Bestrahlung der trocknen Samen sich bei der Keimung in verschieden starker Wachstumshemmung äussert, dass da nach 4- und mehrtägiger Bestrahlung die Samen ziemlich durchgängig eine gleiche Wurzellänge bei der nachfolgenden Keimung erreichten, mit viertägiger Bestrahlung das Maximum an der in Wachstumshemmung sich äussernden Beeinflussung erreicht wird, welches die zur Wirkung kommenden, im Glasröhrchen eingeschlossenen 5 *mg* $RaBr_2$ auszuüben imstande sind. Die Samen begannen übrigens fast gleichzeitig mit der Keimung; nach und nach erlahmte, je nach der Dauer der Bestrahlung eher, die Schnelligkeit des Wachstums. Eine Zerstörung der Keimkraft der Samen konnte in keinem Falle, auch durch 14 tägige Betrahlung nicht, erreicht werden.

Zum Schluss dieser wachstumsphysiologischen Bemerkungen möchte ich noch auf das Verhalten der Sprosse hinweisen, die aus den bestrahlten Samen sich entwickelten. Sowohl bei dicken Bohnen, wie bei Erbsen erreichten diese eine weit bedeutendere Grösse, ehe der Wachstumsstillstand eintrat, als die Wurzeln derselben Samen. Es fanden sich Fälle vor, wo die Wurzel auf etwa 3 *cm* Länge stehen geblieben war, der Spross aber weiter wuchs, um in extremen Fällen auf einer Höhe von $6^1/_2$ *cm* sein Wachstum einzustellen. Anknüpfungspunkte für eine Erklärung dieses Verhaltens findet man in neueren zoologischen Angaben. So hatte WILLCOCK[1]) feststellen können, dass chlorophyllhaltige Euglenen und Hydren sich sowohl widerstandsfähiger gegen die zerstörende Wirkung der Radiumstrahlen, als auch empfindlichen Reizen gegenüber sich verhielten. Ähnliche Resultate erhielt HERTEL[2]), der bei seinen Versuchen mit ultraviolettem Licht von 280 $\mu\mu$ Wellenlänge eine stark reduzierende Wirkung auf die tierische und pflanzliche Zelle konstatierte und dabei fand, dass die chlorophyllhaltigen Untersuchungsobjekte widerstandsfähiger gegen den schädigenden Einfluss der ultravioletten Strahlen sich zeigten. In chlorophylllosen Infusorien unterblieb ferner, wie ZUELZER[3]) mitteilt, bei Radiumeinwirkung die Kernteilung, die aber bei dem chlorophyllhaltigen *Paramaecium bursaria* anfangs normal verlief. ZUELZER kam durch diese Beobachtung auf die Vermutung, „dass die an die Belichtung des Chlorophylls gebundene Abspaltung von Sauerstoff die auf die Kernteilung schädigende Wirkung der Radiumstrahlen aufhielt“[4]). Da nun anscheinend auch die Radiumstrahlen ebenso wie die ultravioletten Strahlen imstande sind, sauerstoffentziehend auf den Stoffwechsel der Zelle einzuwirken[5]), die Gegenwart von Sauerstoff aber zur Fortführung der

---

1) E. G. WILLCOCK, The action of the rays from Barium upon some simple forms of animal life. Journ. Phys. Cambridge. Vol. XXX. 1904, S. 449.

2) E. HERTEL, Über Beeinflussung der Organismen durch Licht, speziell durch die chemisch wirksamen Strahlen. Zeitschr. für allgem. Physiol. Bd. IV, 1904, Heft 2.

3) M. ZUELZER, Über die Einwirkung von Radiumstrahlen auf Protozoen. Arch. für Protistenk., Bd. V, 1905, S. 366 ff.

4) A. a. O. S. 367.

5) Vergl. hierzu die Angaben von ASCHKINASS und CASPARI in „Über den Einfluss dissociirender Strahlen auf organische Substanzen, insbesondere die bakterienschädigende Wirkung der Becquerelstrahlen. Arch. für die ges. Physiol. Bd. LXXXVI, 1901 und M. ZUELZER, a. a. O. S. 367.

Lebensvorgänge unbedingt notwendig ist, so erscheint es erklärlich, dass dort, wo eine Sauerstoffquelle in der Zelle sich vorfindet, also bei chlorophyllhaltigen Organismen, die Zellen zunächst noch weiter arbeiten können.

Durch die Tätigkeit des Chlorophylls somit könnte die durch die Sauerstoffentziehung bedingte schädigende Wirkung des Radiums eine Zeit lang aufgehalten werden, um sich erst relativ spät im Wachstumsstillstand zu äussern, während die chlorophylllose, einer reichlichen Sauerstoffquelle entbehrende Wurzel viel früher im Wachstum inne hält.

Geotropische Versuche.

Samen von *Vicia Faba*, *Lupinus albus* und *Pisum sativum* (grün) wurden 1, 2, 3 und 4 Tage lang mit Radium betrahlt und dann zum Keimen gebracht. Zu bestimmten Zeiten (nach 1, 2, 3, 4, 6, 10, 20, 30 Tagen) wurden sie dann zur geotropischen Reizung umgelegt. Es zeigte sich dabei, dass, so lange ein Wachstum der Wurzeln noch stattfand, diese auch noch geotropisch reizbar waren. Ihre Spitzen wandten sich dann abwärts und behielten diese Lage bei, wenn die Keimlinge nach erfolgtem Wachstumsstillstand der Wurzeln wieder in die ursprüngliche Lage gebracht wurden. Kurz vor dem Wachstumsstillstand ihrer Wurzel, also ungefähr Ende des dritten Tages nach Beginn der Keimung umgelegte Pflänzchen besassen nur an der äussersten etwa 1 *mm* langen Spitze noch Reizbarkeit; diese zeigte sich am folgenden Tage scharf abwärts gekrümmt. Auch die durchschnittlich 4 *cm* Länge erreichenden Sprosse, die aus den bestrahlten Samen hervorgingen, äusserten dann bloss geotropische Reizbarkeit, wenn sie noch in ihrer Wachstumsperiode umgelegt worden waren. Sobald dies aufgehört hatte, war in der Regel auch keine geotropische Krümmung mehr zu erzielen. Auffälliges bot eine überflüssig gewordene Versuchskultur von vier *Vicia-Faba*-Keimlingen, die sich aus 2 Tage lang bestrahlten Samen entwickelt hatten. Sie hatten seit mindestens 2 Wochen ihr Wachstum eingestellt. Ich legte den Topf, in welchem die Keimlinge sich befanden, um und fand am nächsten Tage, dass einer der kurzen Sprosse sich deutlich nach oben gekrümmt hatte, während die übrigen unverändert geblieben waren. Beim Austopfen bemerkte ich, dass die Wurzel des reizbaren Keimlings im Gegensatz zu den der drei übrigen Exemplare ihr Wachstum wieder aufgenommen hatte, wobei das weissliche neue Stück sich scharf von dem hinter ihm liegenden gebräunten abhob. Die frische Wurzelspitze hatte sich abwärts gekrümmt. Leider musste der Spross der mikroskopischen Untersuchung geopfert werden, da es von Interesse war, festzustellen, ob in ihm event. als Statolithen wirkende Stärkekörner vorhanden waren, die bei den normalen Sprossen in besonderen Zellen in der Nähe der Gefässbündel sich vorfinden. Es wäre interessant gewesen zu beobachten, ob die Sprossspitze ebenfalls ihr Wachstum nachträglich bei erneuter Nahrungszufuhr durch die wieder leistungsfähig gewordene Wurzel wieder aufgenommen hätte. Der mikroskopische Befund ergab übrigens das Nichtvorhandensein von Stärkekörnern in der Krümmungsgegend des Sprosses. In der frischen Wurzelspitze fand sich jedoch in Mengen auf Jodjodkali reagierende Stärke vor. Andererseits war wiederum in den Sprossen und Wurzeln der übrigen 3 Exemplare, wie überhaupt aller der von mir daraufhin untersuchten Individuen, die im Wachstum innegehalten hatten, nichts von Stärke zu bemerken.

Gleiche Resultate ergaben die Versuche von *Vicia Faba*- und Erbsenkeimlingen, die auf verschieden vorgerückten Keimungsstadien mit Radium bestrahlt worden waren. Auch hier zeigten die einmal im Wachstum stehen gebliebenen Wurzelspitzen und Sprosse keine geotropische Reizbarkeit und keine beweglichen Stärkekörner mehr.

Keimlinge von *Vicia Faba*, die sich aus Samen, welche längerer Röntgenbestrahlung ausgesetzt gewesen waren, entwickelt hatten, ferner schon in vorgeschrittenen Keimungsstadien diesen Strahlen exponierte Keimlinge wiesen das gleiche Verhalten auf: auch hier sofort nach Stillstand des Wachstums ein Aufhören der geotropischen Reizbarkeit, auch hier bei den wieder im Wachstum fortfahrenden Wurzeln das Eintreten der geotropischen Krümmung beim Versetzen in die Reizlage.

Heliotropische Versuche.

Dass mit dem durch die Röntgen- und Radiumstrahlen bewirkten Wachstumsstillstand neben der geotropischen auch die heliotropische Reizbarkeit schwindet, beweisen die Versuche, die mit Pflänzchen von *Vicia Faba* vorgenommen wurden, welche aus bestrahlten Samen hervorgegangen waren und ferner mit solchen Sprossen, die in schon vorgeschrittenem Keimungsstadium bestrahlt worden waren und dann im Wachstum innegehalten hatten. Die Pflänzchen standen vollkommen unbeweglich da; sie befinden sich nach Abschluss des Wachstums in einem Zustand, den ich mit „Radium- bezw. Röntgenstarre“ bezeichnen möchte.

Versuche, die dahin gerichtet waren, festzustellen, ob die vom Radium ausgehenden β- und γ-Strahlen selbst tropistische Reize auslösen können, führten zur entgegengesetzten Annahme, verrieten jedoch die Fähigkeit der geringen Lichtmenge, welche vom Radiumpräparat ausging, Heliotropismus hervorzurufen. Diese zeigte sich zuerst an einer Reinkultur von *Phycomyces nitens* auf Brot im feuchten Raum einer verdeckten Kristallisierschale, an deren innerem Deckel das Radiumröhrchen derart angebracht war, dass das radiumhaltige untere Ende etwa 2 *cm* über der Mitte des sich nach Abmähen des ersten Aufwuchses besonders gleichmässig entwickelnden Sporangienträgerrasens befand. Der Versuch wurde abends angestellt und nachts im Dunkelzimmer, noch durch Stulpen vor äusserem Licht geschützt, sich selbst überlassen. Am nächsten Morgen, nach etwa 15stündiger Einwirkung des Radiumlichts, zeigten sich die Sporangienträger bis zu mehr als 3 *cm* Entfernung von der Lichtquelle im Umkreis sämtlich nach dem Radium scharf hingebogen, und zwar schossen sie direkt nach der unteren Kuppe des Röhrchens hin, die das Radiumpulver enthielt. Die zahlreichen, der Lichtquelle näher befindlichen Sporangienträger hatten ihre Köpfchen so dicht an das Glas der Kuppe gedrückt, dass beim Entfernen des Röhrchens sich eine halbkugelförmige Vertiefung zeigte, deren Wand durch die sich auflösenden und mit einander verschmelzenden Sporangien gebildet war.

Wurde das Radiumröhrchen mit einer Lage dichten schwarzen Papiers umhüllt, so zeigte sich niemals diese Wirkung auf die Sporangienträger, ein Beweis dafür, dass der Reiz von dem Licht ausging, welches das Radiumpräparat aussandte. — Dass die Feuchtigkeit, die sich auf dem Glas des Röhrchens niederschlug und an dem unteren Ende ansammelte, die Wachstumsrichtung der Sporangienträger beeinflusst hätte, war nach den Angaben von STEYER[1]) nicht anzunehmen, ebenfalls nicht, dass von dem Glas eine Fernwirkung, wie sie ELFVING[2]) von verschiedenen Stoffen ausgehen lässt, auf diese Sporangienträger ausgeübt worden wäre, eine Fernwirkung, deren Vorhandensein zum mindesten sehr fraglich ist[3]). Das ergab sich zudem aus dem negativen Ausfall der Kontrollversuche, die ich mit geschlossenen Glasröhrchen von gleichen Dimensionen wie das radiumhaltige anstellte, indem ich sie in gleicher Weise wie dieses über der *Phycomyces*-Kultur im feuchten Raum anbrachte.

In vielen Fällen war übrigens keine Wirkung des Radiumlichtes auf die Sporangienträger zu bemerken. Dass dabei eine mit der jeweiligen Temperatur in Zusammenhang stehende Schwankung der Leuchtkraft des Radiumsalzes mit im Spiele sein konnte, ist nicht ausgeschlossen, ebenfalls nicht eine Mitwirkung der Laboratoriumsluft, welche ja, wie die Untersuchungen von MOLISCH, NELJUBOW, O. RICHTER und SINGER[4]) lehren, so leicht die Stimmung der Kul-

---

1) KARL STEYER, Reizkrümmungen bei *Phycomyces nitens*. Inaug.-Dissertation, Leipzig 1901.

2) FR. ELFVING, Über physiologische Fernwirkung einiger Körper (Comment. var. Univ. Helsingfors 1890) und Zur Kenntnis der pflanzlichen Irritabilität (Öfv. af Finska Vet. Soc. Förh., Bd. XXXVI, 1893).

3) Vergl. die Behandlung dieses Gegenstandes in W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Aufl. 1904, II. Bd., S. 587.

4) Vergl. die Literaturübersicht in MOLISCH, Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XXIII, 1905, S. 7.

turen beeinflussen kann. Doch glaube ich eine Erklärung des verschiedenen Verhaltens der Fruchtträger besonders darin finden zu dürfen, dass es sich bei den Kulturen von *Phycomyces*, bei welchen eine Reizwirkung sich äusserte, um solche handelte, die im Verhältnis zu den anderen eine geringere Wachtumsintensität besassen. Es konnte bei diesen, die längere Zeit gebrauchen mussten, um aus der Wirkungssphäre des Radiums herauszuwachsen, das Licht länger wirken und der Reiz intensiver aufgenommen werden als bei jenen, deren Wachstumsintensität bedeutender war, die somit nicht Zeit hatten, den Reiz intensiv genug aufzunehmen, so dass eine Wirkung hätte ausgelöst werden können.

In dieser Annahme werde ich durch das Ergebnis von Versuchen bestärkt, die ich nach Erscheinen der Arbeit von MOLISCH[1]), „Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium", mit Wickenkeimlingen anstellte.

Es sei vorausgehend bemerkt, dass MOLISCH bei seinen Versuchen mit 0,1 *g* eines in einem Glasröhrchen eingeschlossenen, von der Société centr. de prod. chim. in Paris bezogenen Radiumpräparates, welches nach Angabe der Fabrik eine Aktivität von 3000 besass, selbst an besonders empfindlichen Pflanzen keine heliotropischen Krümmungen erzielen konnte. Ein Gemisch von Radium und Zinksulfid ergab jedoch befriedigende Resultate, dank der starken Phosphoreszenz, welche an der Zinkblende durch die Radiumstrahlen erregt wurde. Keimlinge von *Vicia sativa*, *Ervum Lens* und die Fruchtträger von *Phycomyces nitens* gaben besonders gute Resultate, während *Helianthus annuus*-Keimlinge gar keine Reaktion zeigten[2]).

Ich stellte meine Versuche mit Keimlingen von *Vicia sativa* ähnlich wie MOLISCH an, indem ich in einen Blumentopf in einer Reihe mehrere Samen dieser Art legte. Nachdem diese bei völligem Lichtabschluss in der Laboratoriumsluft der photographischen Dunkelkammer des Bonner botanischen Instituts zum Keimen gebracht und bis zu einer Höhe von etwa 2—3 *cm* gediehen waren, brachte ich parallel zur Reihe der Keimlinge in der Höhe der Sprossenden, und zwar etwa 2 *cm* von den nächsten entfernt, das 5 *mg* $RaBr_2$ enthaltende Glasröhrchen horizontal an, in dessen einem Ende ich das Radiumsalz durch vorsichtiges Hin- und Herbewegen etwas ausgebreitet hatte. Nach 24 Stunden zeigte sich, dass die Sprossenden über das Radiumröhrchen beträchtlich hinausgewachsen waren, ohne irgendwelche Beeinflussung durch dieses zu zeigen. Nunmehr brachte ich das Radiumröhrchen etwa 2 *cm* höher als die Sprossenden und ebenso wie vorher in etwa 2 *cm* Abstand von der Reihe selbst an. Nach 24 Stunden waren auch diesmal wieder die Sprosse über die

---

[1]) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch 1905, Bd. XXIII, S. 2—8, 1 Textfigur.

[2]) A. a. O. S. 4.

Höhe des Radiumröhrchens vorgerückt, ohne eine Krümmung nach der Strahlenquelle aufzuweisen. Ausgeschlossen ist dabei nicht, dass in der Zwischenzeit eine Reaktion doch eingetreten wäre, die erfolgte Krümmung aber sich beim weiteren Wachstum wieder ausgeglichen hätte. Doch fanden sich dafür keine Anhaltspunkte bei aufeinander folgenden, in Intervallen von mehreren Stunden vorgenommenen Kontrollen der Kulturen. Ein positives Resultat ergab sich erst bei weiteren Versuchen, die in gleicher Weise angestellt wurden, bei welchen aber sich einige Keimlinge durch geringere Wachstumsintensität von den übrigen unterschieden, sonst aber gleich kräftig erschienen. Diese hatten eine auffallend starke Krümmung nach der Lichtquelle gemacht, wie sich zeigte, als nach 24- und mehrstündiger Wirkung des Radiumlichtes aus ursprünglich etwa 2 *cm* Entfernung die Kulturen nachgesehen wurden. Die anderen, schneller wachsenden Keimlinge derselben Kulturen waren, anscheinend unbeeinflusst, gerade aufwärts gewachsen.

Eine Krümmung der langsam wachsenden Keimlinge unterblieb, wenn das Radiumlicht durch Umhüllen des Röhrchens mit schwarzem Papier abgeschlossen wurde, zugleich ein Beweis dafür, dass nicht etwa die überdies in einer Entfernung von 2 *cm* nur noch geringe schädigende Wirkung, welche die durchdringenden Strahlen des Radiumpräparates hätten ausüben können, die Reizursache gebildet hatte.

Das Verhalten der *Vicia sativa*-Keimlinge wirft meines Erachtens ein genügend klärendes Licht auch auf die verschiedenen Ergebnisse der vorhin geschilderten Versuche mit *Phycomyces*. Auch hier war wieder in den Fällen, wo eine Krümmung sich zeigte, dem Radium eine zum Ausüben eines nachhaltigen Reizes nötige Zeitdauer durch das langsamere Wachstum der reagierenden Keimlinge gegeben gewesen.

So liegt denn in den Ergebnissen meiner Versuche der Beweis vor, dass auch das Licht, welches vom Radiumsalz direkt ausgeht, schon genügen kann, um heliotropische Krümmungen hervorzurufen, was auch MOLISCH schon vermutete[1]). Die Aktivität der zur Verwendung kommenden Präparate musste nur genügend gross sein. Es stand mir zu meinen diesbezüglichen Versuchen ein Glasröhrchen mit 5 *mg* $RaBr_2$ zur Verfügung, dessen matten, dem Bakterienlicht ähnlichen Schimmer man schon kurze Zeit nach Eintreten aus der Tageshelle in die Dunkelkammer wahrnehmen konnte, der dann noch deutlicher hervortrat, wenn man das Röhrchen schüttelte oder durch Hin- und Herwenden das Radiumsalz aus einem Ende des Röhrchens in das andere fallen liess. Durch Vergleich mit einem GIESEL'schen

---

1) A. a. O. S. 3.

Präparat von bekannter Radioaktivität wurde die Stärke meines Präparates auf 320 000 bestimmt, eine Aktivitätsgrösse somit, die um mehr als das Hundertfache diejenige des von MOLISCH benutzten Präparates überstieg, woraus sich leicht die Unterschiede in den Versuchsergebnissen von MOLISCH und mir erklären lassen.

Es sei zum Schluss bemerkt, dass im nächsten Heft dieser Berichte noch im Zusammenhang mit den vorliegenden Untersuchungen stehende Angaben über anatomische Veränderungen in den bestrahlten Objekten und über anschliessende cytologische Untersuchungen folgen sollen.

Bonn, Botanisches Institut, Juli 1905.

48. Franz Buchenau: Garcke's Flora.

Eingegangen am 27. Juli 1905.

Der Nachruf, welchen H. ROTTENBACH im neuesten Generalversammlungs-Hefte dieser Berichte [1905, XXII, p. (44)—(48)] unserem verstorbenen Mitgliede AUGUST GARCKE gewidmet hat, legt mir den Gedanken nahe, den Mitgliedern unserer Gesellschaft Näheres über das vermutlich einzige ganz vollständige Exemplar der bekannten GARCKE'schen Flora mitzuteilen. Dasselbe ist von mir zusammengebracht und im Januar 1901 dem Städtischen Museum für Natur-, Völker- und Handelskunde zu Bremen als Geschenk übergeben worden.

Bereits 1876 bei der Ausarbeitung der ersten Auflage meiner Flora von Bremen traten mir mehrere Fragen entgegen nach der Bedeutung, welche man zu gewissen früheren Zeitpunkten mit einzelnen Pflanzennamen verbunden hat. Dabei leisteten mir in einem Falle zwei ältere Auflagen von „GARCKE“, welche ich besass, gute Dienste. Ich fing daher an, antiquarische Kataloge durchzusehen und noch weitere Auflagen des Buches kommen zu lassen. — Ich tat dies keineswegs aus irgend einer Art von Schwärmerei für das weitverbreitete Buch. Vielmehr waren mir manche Mängel in seiner Anlage schon klar. Beim Fortschreiten meiner eigenen floristischen Arbeiten traten mir auch überdies nicht wenige Schwächen in der Ausführung entgegen, welche z. T. auch in den neuesten Auflagen noch nicht beseitigt sind. Aber das Werk gewährt mir in seinen aufeinander folgenden Auflagen einen äusserst bequemen Überblick über den Fortschritt der floristischen Durchforschung von Deutschland und den Wandel der Anschauungen über die Speziesbegrenzung. Bald hatte ich reichlich die Hälfte der bis 1878 erschienenen (13) Auflagen bei einander. Aber die Beschaffung der anderen Hälfte bereitete immer grössere Schwierigkeiten. Einzelne Freunde (ich nenne die Herren Dr. med. J. DREIER und Dr. W. O. FOCKE zu Bremen, Oberlehrer FERD. ALPERS zu Hannover und FERDINAND WIRTGEN zu Bonn) übergaben mir die in ihrem Besitze befindlichen Exemplare älterer Auflagen. Andere Auflagen erwarb ich dadurch, dass ich ihrem Besitzer die neueste Auflage in Tausch anbot, worauf derselbe natürlich meist mit Freuden einging. Noch andere endlich fand ich bei der regelmässig vorgenommenen Durchsicht antiquarischer Kataloge auf; die neu erscheinenden wurden natürlich sofort angeschafft. Als ich alle Auflagen bis auf zwei der ältesten beieinander hatte, fragte ich (etwa im Jahre 1890) bei dem mir befreundeten Verfasser an, ob er mir dieselben überlassen oder beschaffen könne. Er erwiderte mir, dass die eine derselben ihm selbst fehle, die andere besässe er, und sogar in zwei Exemplaren: das eine aber sei sein mit handschriftlichen Bemerkungen versehenes Handexemplar, das andere ein Exemplar in Prachtband, welches ihm bei einer festlichen Gelegenheit von seinem Verleger überreicht worden sei, und von dem er sich wohl nicht trennen dürfe. Er fügte hinzu, dass seines Wissens kein vollständiges Exemplar aller Auflagen des Werkes vorhanden sei, auch nicht in der Königlichen Bibliothek zu Berlin. — Dieser Briefwechsel erhöhte natürlich meinen Sammeleifer, und im Anfange des Jahres 1901 war ich wirklich in den Besitz aller Auflagen gelangt. Um sie der Unsicherheit des Privatbesitzes zu entziehen, übergab ich sie als Geschenk dem hiesigen Museum.

Der wissenschaftliche Wert dieser Mitteilung liegt wohl in der Konstatierung, dass überhaupt ein vollständiges Exemplar des Werkes existiert. Dasselbe wird über manche der erwähnten Fragen leicht und rasch Auskunft geben. Da die Bände bei ihrer Seltenheit aber wohl kaum versandt werden können, so erkläre ich mich gerne bereit, etwaige darauf bezügliche Anfragen zu beantworten, so lange mein körperlicher Zustand mir dies gestatten wird.

Vielleicht wird aber infolge dieser Zeilen eine Mitteilung darüber veröffentlicht werden, ob irgendwo noch ein vollständiges Exemplar vorhanden ist. Oder meine Erfahrung regt die eine oder andere Bibliothek an, nach den ihr noch fehlenden Auflagen auszuschauen. Ich glaube, dass es doch noch möglich sein wird, einige Reihen zu vervollständigen. Dazu werden aber in jedem Falle längere Zeiträume und vielfache Bemühungen erforderlich sein.

49. G. Lopriore: Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von Araucaria Bidwillii Hook.

Mit Tafel XV.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 28. Juli 1905.

Im botanischen Universitätsgarten zu Catania wächst ein prächtiges, etwa 50 Jahre altes Exemplar von *Araucaria Bidwillii*, welches erst seit 7—8 Jahren begonnen hat, Blüten und Früchte zu tragen.

Die männlichen Zapfen bilden sich in der Anzahl von 2—3 an der Spitze einjähriger Zweige. Während diese über die Zapfen hinauswächst, nehmen letztere je nach ihrer Anzahl eine ungefähr opponierte oder quirlige Stellung ein, indem sie von 6—7 spiralig angeordneten kleinen Blättern getrennt werden. Die ursprünglich zylindrische Gestalt wird auch nach vollendetem Längenwachstum des Zapfens beibehalten, wobei dieser die beträchtliche Länge von 15—20 *cm* erreicht. Mit der Reife nimmt die dem Licht zugewendete Seite in Zusammenhang mit der Anhäufung von Gerbsäure eine ausgesprochene rötliche Rostfarbe an und krümmt sich stark nach aussen, während die innere Schattenseite grün bleibt.

Die männlichen Zapfen bestehen aus zahlreichen Sporophyllen, welche in spiraliger Stellung an der Achse einander folgen und an ihrer Unterseite eine wechselnde Anzahl, meist 13, Pollensäcke tragen. Sie sind bedeutend zahlreicher als die weiblichen Zapfen, welche sehr spärlich an den obersten Zweigen vorkommen und dadurch nicht leicht zu sammeln sind. Mit der Reife vertrocknen die Sporophylle und werden dadurch voneinander entfernt, während der Pollen durch die an der freien, äusseren Seite der Pollensäcke gebildeten Längsrisse reichlich ausgestreut wird.

Die Pollensäcke haben eine zusammengedrückte, polyedrische oder zylindrische Gestalt und zeigen auf dem Querschnitte eine aus fast palissadenförmigen Zellen gebildete Epidermis, deren Aussenwand bogenartig hervorgewölbt ist, ferner ein schwammiges, mehrschichtiges Fasergewebe, ein meist dreischichtiges Wandgewebe von tangential gestreckten Elementen und nach innen zu ebenfalls tangential gestreckte Tapetenzellen. Das sporogene Gewebe erfüllt zuerst gleichmässig die Höhlung der Pollensäcke. Sowie aber die aus ihm hervorgegangenen Archesporzellen zuerst Tetraden und dann Mikrosporen bilden, entstehen viele Intercellularen, welche die Entleerung der Pollensäcke zum Teil begünstigen.

Die Palissadenzellen gehen allmählich in der Nähe der präformierten Dehiszenzlinie in ein kleinzelliges Gewebe über, dessen Elemente sehr dünnwandig bleiben und dadurch das Öffnen der Pollensäcke mittels der Längsrisslinie erleichtern.

Im Fasergewebe liegen Harzgänge, welche auch in anderen Organen dieser Pflanze vorkommen[1]), und eigentümliche, einfache oder verästelte, mit Kristallen von oxalsaurem Kalk übersäte Idioblasten von langer Gestalt, welche parallel zur Längsachse der Pollensäcke liegen, mitunter an den Enden der letzteren auch quergestellt sind. Infolge ihrer mächtigen Entwicklung und grossen Härte werden diese Idioblasten durch die Schneide des Mikrotommessers oft aus dem Gewebeverband herausgerissen und finden sich teils ganz, teils in Bruchstücken im Präparate zerstreut, wo sie dadurch störend wirken.

Mit der Reife der Pollensäcke kollabieren die Zellen des Faser- und Wandgewebes, während die Tapetenzellen resorbiert werden. Es findet zugleich eine auffallende Verdickung der Radialwände der Epidermiszellen statt, während die Aussenwand dünn bleibt und sich faltet. Diese eigentümliche Verdickung erinnert lebhaft an die der Zellen des Annulus des Sporangiums einiger Farne, und wie bei diesen, wird sie wahrscheinlich eine biologische Rolle in dem Mechanismus des Öffnens der Pollensäcke spielen.

Die Pollenkörner sind von kugeliger Gestalt, und nur selten behalten sie die ursprüngliche, gerundet-tetraëdrische oder längliche Form.

Exine und Intine sind durch verschiedene Farbe und Mächtigkeit deutlich von einander unterschieden. Erstere zeigt eine gelbe, letztere eine blass-bräunliche Farbe.

Die Exine besitzt keine besondere Skulptur und keine präformierte Öffnung für den Durchtritt des Keimschlauches. Bei der Keimung wird sie von der Intine nicht geschieden, wie es etwa bei einigen Coniferen und *Ephedra*-Arten geschieht[2]). Nur bei Pollenkörnern, die mehrere Keimschläuche gebildet haben, wird sie an der Basis derselben in Schuppen abgeschieden. Bei der Keimung tritt sehr oft eine Sonderung in zwei Schichten deutlich hervor.

Die Intine kann doppelt so dick sein als die Exine, lässt eine deutliche Schichtung erkennen und zeigt einen inneren welligen Umriss.

Mit einer frischen Chlorophylllösung behandelt lassen die Pollenkörner eine sehr deutliche Differenzierung der Exine und Intine erkennen. Die erstere färbt sich intensiv grün, die letztere blassgrün. Auch mit Sudan ist die Differenzierung sehr deutlich; denn die Exine färbt sich weinrot, die Intine gelb. In der ersteren ist sogar eine äussere, tiefer gefärbte und eine innere, blassere Schicht zu erkennen.

---

[1]) BORZÌ, Biologia della germinazione dell'*Araucaria Bidwilli*. Estratto Contr. Biol. veg. Vol. III. 1905, p. 6.

[2]) CAVARA, Sulla germinazione del polline nelle *Ephedra*. Boll. Accad. Gioenia, Catania, maggio 1904, p. 3—9.

Diese Reagentien sowohl wie die GRÜBLER'sche Alkannatinktur dienen zur Identifizierung der von der Exine ausgeschiedenen Harztropfen, welche sich mit letzterer innerhalb 1—2 Stunden braun färben. Diese weinrote Färbung zeigt sich auch in der äussersten Schicht der Exine, welche wahrscheinlich mit Harz durchtränkt ist, ebenso wie in der innersten Schicht der Intine. Werden die Pollenkörner erst mit Alkohol, dann mit Alkannatinktur behandelt, so findet keine Bräunung der Tropfen und der Exine mehr statt. Ein ähnliches Verhalten gegenüber den oben genannten Reagentien zeigen auch die grossen von den Zweigen ausgeschiedenen Harztropfen.

Die Pollenkörner sind vollgepfropft mit Stärkekörnern, welche die Beobachtung stören. Bei Pollenkörnern, die bei künstlicher Keimung in Kulturflüssigkeiten angeschwollen sind, wird der Inhalt mit Jodjodkalium sofort intensiv blau gefärbt. Bei trockenen Pollenkörnern tritt die Färbung erst langsam ein.

Die Keimung erfolgt am besten im Dunkeln bei einer Temperatur von 25—30° C. entweder in Birnendekokt oder in einer 12prozentigen Rohrzuckerlösung, der ein Kristallsplitter Zitronensäure zugesetzt ist, wodurch die Keimung sehr gefördert wird[1]). Die Nährlösung darf nur in sehr dünner Schicht aufgetragen werden.

Die Pollenkörner keimen erst am dritten bis fünften Tage ihres Verweilens in der Nährlösung und bilden gerade, zylindrische Keimschläuche, die erst nach 8—10 Tagen ihre grösste Länge erreichen. Der Keimschlauch ist vom ersten Hervorbrechen an so dick wie im späteren Stadium. Kurze, blasenförmige Schläuche sind anormal und erinnern, wenn sie vorkommen, an die für einige Pinaceen abgebildeten Pollenschläuche. Ob eine so grosse Regelmässigkeit sich auch bei dem Durchtritt des Pollenschlauches durch das Nucellargewebe zeigt, werden spätere Untersuchungen feststellen.

Normale, zylindrische Pollenschläuche erreichen eine Länge, die das 17—20fache des Durchmessers des Pollenkornes beträgt. Wenn mehrere Keimschläuche zugleich gebildet werden, erreicht ihre gesamte Länge höchstens das 12—15fache des Pollenkorndurchmessers.

Die Bildung mehrerer Keimschläuche erfolgt successiv oder gleichzeitig. Dabei können einige an der Basis torulös werden, wenn die relativ kurze Keimungsdauer erlischt.

Im ersten Beginn der Keimung sind die jungen Keimschläuche mit Plasma und Stärkekörnern dicht gefüllt. Ersteres nimmt ausschliesslich die Spitze des Keimschlauches ein. Beim Fortwachsen derselben drängen die Stärkekörner teilweise nach der Spitze zu, die meisten bleiben an der Wand des Pollenkorns. Auch späterhin, wenn der Schlauch ein Viertel bis ein Drittel seiner normalen Länge erreicht hat, lassen einige Stärkekörner ihr Schichtungszentrum deutlich unterscheiden, die meisten sind aber klein und nehmen infolge ihrer Auflösung in einer Richtung längliche Gestalt an. Ihre Längsachse ist dann stets parallel mit der des Pollenschlauches.

---

[1]) LOPRIORE, Azione di alcuni acidi organici sull'accrescimento della cellula vegetale vivente. Nuova Rassegna, Catania 1898.

Nicht selten platzen die Pollenkörner in den Kulturen, und zwar entweder am Beginn der Keimung oder nach Vollendung derselben. Im ersten Fall tritt aus der kuppelförmigen Spitze des Pollenschlauches der fast nur aus Stärkekörnern gebildete Inhalt langsam heraus. Nicht selten aber tritt ein vielfach gewundener Plasmaknäuel auf, zwischen dessen Windungen Stärkekörner liegen. Im allgemeinen sind die missbildeten Pollenkörner diejenigen, die zuerst platzen und die je nach der Grösse der Spaltrisse entweder nur das Plasma oder mit diesem auch die Stärkekörner heraustreten lassen.

Was die Technik anbelangt, so wurden die zu untersuchenden Sporophylle aus den mittleren Partien der Zapfen entnommen, welche täglich oder einen Tag um den anderen und zwar zu verschiedener Zeit — von Mitternacht bis 5 Uhr morgens ausgenommen — gesammelt worden waren.

Die isolierten Sporophylle wurden in verschiedene Fixierungsflüssigkeiten wie die von MERKEL, von HERMANN und in Alkoholsublimatessigsäure gebracht. Letztere lieferte die besten Resultate und wurde deshalb den anderen vorgezogen. Mit der Zeit stellte es sich heraus, dass die innersten Pollensäcke im Vergleich zu den äusseren mangelhaft fixiert worden waren, sodass ich es für gut hielt, sobald die Pollensäcke grössere Dimensionen erreicht hatten, sie von der Schuppe zu befreien und direkt in die Fixierungsflüssigkeit zu bringen, wo sie meist 24 Stunden verblieben.

Die Färbung der Schnitte erfolgte entweder unter Anwendung von HEIDENHAIN's Eisenalaun-Hämatoxylin oder mit Gentianaviolett nach BIZZOZERO's[1]) Methode, welche eine gute Differenzierung, besonders der Chromosomen, gestattet und zugleich die Nucleolen gut färbt. Diese Methode besteht bekanntlich darin, dass die mit absolutem Alkohol zuletzt behandelten Mikrotomschnitte 5—10 Sekunden in EHRLICH's Gentianalösung (Gentianaviolett 1, Alkohol 15, Anilinöl 3, Wasser 80) gebracht werden, dann schnell mit absolutem Alkohol gewaschen, 30—40 Sekunden in 0,1 pCt. Chromsäurelösung gebracht und dann wieder mit absolutem Alkohol gewaschen werden. Überfärbte

---

1) BIZZOZERO, Nuovo metodo per la dimostrazione degli elementi in cariocinesi nei tessuti. Zeitschr. für wissenschaftl. Mikroskopie, Bd. III, 1896, S. 24.

Präparate können erst mit Alkohol, dann 30 Sekunden mit Chromsäurelösung behandelt werden. Zuletzt werden sie durch Nelkenöl, das zugleich differenzierend wirkt, in Kanadabalsam eingeschlossen. Dieses von BIZZOZERO später angegebene Verfahren wurde seinem dem GRAM'schen entsprechenden ersten (Jod- anstatt Chromsäurelösung) vorgezogen, um nicht zugleich die massenhaft vorhandene Stärke blau zu färben und so störende Farbentöne zu vermeiden.

Mit den Feinheiten der Technik machte mich mein verehrter Freund und Kollege Herr Prof. Dr. FRIDIANO CAVARA, Direktor des botanischen Instituts zu Catania, vertraut, dem ich für die freundliche Überlassung von Material und Mitteln, ebenso für die kollegiale Teilnahme und Unterstützung meinen tiefsten Dank hier ausspreche.

Die aus dem Archespor hervorgegangenen Pollenmutterzellen bleiben nur kurze Zeit in dem Ruhestadium, bevor sie zur heterotypischen Teilung schreiten. In Übereinstimmung mit der Beobachtung von CHAMBERLAIN[1]) und Miss FERGUSON[2]) an den Pollenmutterzellen verschiedener *Pinus*-Arten treten auch bei *Araucaria Bidwillii* die verschiedenen Synapsisstadien sehr deutlich hervor. Durch Anwendung der HEIDENHAIN'schen Methode wird allerdings nicht selten der wandständige Teil des zusammengezogenen Kerns überfärbt, wenn die Präparate in den färbenden und differenzierenden Lösungen lange in derselben vertikalen Stellung liegen bleiben. Da aber auch mit Gentianaviolett gefärbte Präparate sehr schön die Synapsisstadien zeigen, so kann man von Artefakten nicht reden. Die perlschnurartigen aus Chromatinkörnchen gebildeten Fäden erheben sich wie Bündel von Fadenalgen aus der Kernwand und senden in den freien Teil der Kernhöhle mehrere parallel und eng aneinander gereihte Fäden (Fig. 1). Aus dem Fadenbündel wird gewöhnlich der eine von den zwei Nukleolen in die Kernhöhle ausgestossen.

In dem darauf folgenden Knäuelstadium sind die Fäden nicht mehr perlschnurartig, sondern homogen und dicker. Sie erstrecken sich bogenartig in die Kernhöhle und zeigen einige Diskontinuitäten. Das könnte zur Annahme veranlassen, der Knäuel wäre nicht aus einem einzigen, kontinuierlichen Faden, sondern aus wenigen Fäden zusammengesetzt. Diese haften gewöhnlich an den zwei nebeneinander liegenden Nukleolen.

Gleichzeitig oder bald danach tritt nicht selten das sogenannte Sichelstadium der Nukleolen ein, in welchem der eine von ihnen an

---

1) CHAMBERLAIN, Winter characters of certain sporangia. Bot. Gaz. XXV, 125.

2) FERGUSON, Contributions to the knowledge of the life history of *Pinus* etc. Proc. Wash. Acad. Sci. VI, 1894, p. 21, und XVI, 1904, p. 1—202.

der Kernwand abgeplattet erscheint, während der andere neben ihm liegt, ohne mit ihm zu verschmelzen.

Dass hier und da durch Anlagerung von Chromatinkörnern Sammelpunkte — „Gamozentren“ nach STRASBURGER[1]) — entstehen, kann ich wohl hervorheben, kann aber nicht behaupten, dass sie der normalen Zahl der Chromosomen entsprechen. Jene Anzahl ist manchmal grösser, manchmal kleiner, nur selten fällt sie mit letzterer zusammen.

Am Ende des diakinetischen Stadiums sind die zigarrenförmigen Chromosomen eng aneinander in der Kernplatte angereiht, fangen aber an, ihre Form zu ändern, sobald sie von den Spindelfasern erfasst und nach den Polen gezogen werden. Liegt die Fassungsstelle kurz unterhalb ihres freien Endes, so nehmen sie etwa die Form einer seitlich zusammengedrückten 3 an, deren Schenkel durch den zu starken Zug oft sehr dünn und knotig erscheinen. Ein solches Verhalten tritt besonders deutlich hervor, wenn die punktförmigen Verdickungen der Chromosomen in der Äquatorialplatte aneinander greifen und sich anscheinend schwer voneinander lösen können. Werden dagegen die Chromosomen etwas weiter von ihrem freien Ende erfasst, so nehmen sie in ihrer oberen Hälfte die Form eines Hammers oder eines Spatens an (Figg. 2 und 2*a*). Beide Formen gehen allmählich in diejenige eines Y über, welches an den Polen eine verkehrte Stellung annimmt und den unteren Schenkel verliert.

Bei ihrer Wanderung längs den Zugfasern fangen die Chromosomen schon an, sich längs zu spalten, sodass sie an den Polen längsgespaltene V in Form vierbeiniger Gestelle darstellen (Fig. 3). Bei Polansicht und auf durch die Mitte des Bündels dieser V gehenden optischen Querschnitten hat man so viele würfel- oder vierpunktförmige Figuren, wie Chromosomen vorhanden sind (Fig. 4). Es gelang auf diese Weise, aus der Anzahl der würfelförmigen Figuren die Zahl der Chromosome festzustellen, welche sich auf 12 belaufen dürfte.

In der Anaphase ist die Teilfigur tonnenförmig und zeigt plattgedrückte, sichelförmige Tochterkerne, welche nach den Polen der ebenfalls tonnenförmig gestalteten Pollenmutterzelle gedrängt werden. Die breite, zwischen den Kernen liegende Zone wird bald von Stärke eingenommen, welche besonders im frischen Zustand der Pollenmutterzellen sich tiefblau mit Jodjodkalium färbt und als eine scharf begrenzte Mittelzone auffällig hervortritt.

In der Telophase spreizen die Schenkel der doppelt V-förmigen Chromosomen immer mehr auseinander und verteilen sich in den scharf konturierten Tochterkernen, welche bald danach einen Nukleolus zeigen und in den Ruhezustand übergehen.

---

1) STRASBURGER, Typische und allotypische Kernteilung. PRINGSHEIM's Jahrbücher, XXXXII. Bd. 1905, S. 37.

Die homöotypische Teilung erfolgt kurz nach der heterotypischen und zeigt zwei längliche, mit der vorangehenden sich kreuzende und miteinander entweder parallel oder senkrecht stehende Spindeln. Der Vorgang ist im wesentlichen derselbe und führt zur Bildung von vier Zellen, welche nach innen zu ihre Wand allmählich verdicken.

Die Trennung dieser Pollenzellen geht langsam vor sich, während der Kern ein relativ langes Ruhestadium durchmacht und eine beträchtliche Menge Stärkekörner um sich sammelt. Wenn er sich zur Teilung anschickt, werden letztere zum Teil aufgelöst.

Bei der Teilung des Primordialkernes des Pollenkorns sind die Chromosomen im Vergleich zu denen der homöotypischen Teilung bedeutend dünner und zeigen bei ihrer Wanderung nach den Polen das eine freie Ende etwas gekrümmt, aber nicht so verdickt wie bei dieser Teilung.

Nach erfolgter Zweiteilung bleiben die Tochterkerne nur kurze Zeit in Ruhe. Der eine, der wandständige liegt in einem spindelförmigen, der Wand anliegenden Plasmabelag eingebettet und ist von dem inneren durch eine deutliche Scheidewand getrennt (Fig. 5).

Nach der ersten Teilung können zwei Fälle eintreten. Entweder teilt sich nur der innere oder mit diesem auch der wandständige Kern. Im ersten Fall superponiert sich dem letzteren einer der zwei Teilkerne in Form einer konkaven Linse, während der andere Teilkern kugelige Gestalt annimmt und in den Ruhezustand übergeht (Fig. 6). Im zweiten Fall treten fast gleichzeitig die zwei Kerne in Teilung ein und zwar derart, dass die zwei Spindeln der Teilungsfiguren senkrecht zueinander stehen. Von den vier so entstandenen Kernen liegen die beiden zentralen (Fig. 7) kalottenförmig übereinander, während die beiden anderen sich unter ihnen nebeneinander der Wand anlegen. Von den zentralen Kernen teilt sich gewöhnlich der mittlere nochmals in paralleler Richtung zu der vorigen Teilungswand, während der andere in den Ruhezustand übergeht und kugelige Gestalt annimmt (Fig. 8).

Auf diese Weise sind aus dem primären und aus den Tochterkernen 2, 3, 4, 5 Teilkerne successiv entstanden und voneinander durch deutliche Scheidewände getrennt (Figg. 5—8). Die zwei wandständigen teilen sich nun mit zur Aussenwand des Pollenkornes senkrechten Spindeln (Fig. 9), und so geht die Teilung der daraus entstandenen Kerne oder der vorhergehenden fort, bis etwa die Anzahl von 15 erreicht ist. Später pflegen anstatt zweier drei Kerne in Teilung zu treten, so dass die zuerst fast vorwiegend ungerade Zahl bald eine gerade, bald eine ungerade, sehr rasch aber eine grosse wird und sich nicht mehr genau verfolgen lässt.

Die zuerst entstandene Pyramide von übereinander liegenden Zellen verliert allmählich ihre Regelmässigkeit, indem die zuletzt entstandenen Kerne nach einer peripherischen Lagerung streben und durch ihre von der Mitte nach der Wand graduell zunehmende Aufnahmefähigkeit für Gentianaviolett ihre successiv erfolgte Teilung erkennen lassen (Fig. 10).

Die Zellen behalten ihre Membran solange, bis etwa 15 Kerne vorhanden sind, dann verschwindet sie, und es sind nun die Kerne isoliert im Plasma zu sehen.

In den zwei ersten zentralen Kernen habe ich keine weitere Teilung beobachten können. Ich nehme an, dass sie in den Ruhezustand übergehen und einen rein vegetativen Charakter annehmen. Vor den übrigen Kernen zeichnen sich diese beiden durch Lage, Grösse, Struktur, Form und Tinktionsfähigkeit aus. Sie liegen nämlich immer nebeneinander, können bis doppelt so gross als die übrigen werden, zeigen eine schon zeitig auftretende Neigung, sich von den übrigen zu isolieren, sind im Vergleich zu diesen von kugeliger Gestalt und lassen sich wahrscheinlich infolge ihrer lockeren Struktur nicht so intensiv färben.

Der eine von ihnen wird später mit einer Hülle von Stärkekörnern umsäumt (Fig. 11 in der Mitte); der andere entbehrt dieser. Die Stärkehülle entspricht mehr oder weniger der konzentrischen oder exzentrischen Gestalt des Kernes und ist bald scharf nach aussen begrenzt, bald aufgelockert. Sie ist aus verhältnismässig kleineren — im Querschnitt bis zehn — Stärkekörnern zusammengesetzt, welche im Plasma eingekapselt liegen. In dem Masse wie die Stärke aufgelöst wird, nimmt die Hülle an Dicke ab und wird schwammig. Sie deutet jedenfalls auf einen Ruhezustand des Kernes hin und spricht gerade nicht zugunsten seiner leichten Beweglichkeit. Auch die übrigen Kerne bleiben in Ruhe, behalten ihre undurchsichtige Struktur bei, lassen keine Scheidewand mehr zwischen sich erkennen und bleiben nun ganz frei im Pollenkorn liegen (Fig. 11).

Um Anknüpfungspunkte für das Verhalten der Kerne während der Keimung zu gewinnen, wurden Kulturen angestellt, in verschiedenen Entwickelungsstadien fixiert und in Paraffin eingebettet. Obwohl bei diesem Verfahren die Serien sehr schwer zu rekonstruieren sind, konnten doch einige Einzelheiten der Kernveränderungen besser beobachtet werden.

Die Kerne verlieren während der Keimung mit ihrer fast polyedrischen Form ihre grobe, undurchsichtige Struktur, werden heller und lassen in ihrem Gerüstwerke eine Anzahl kleiner kugeliger Körnchen erkennen. Diese Struktur würde dem Vergleich entsprechen, den STRASBURGER[1]) zwischen den Knotenpunkten ruhender Kerne und Bakterienkolonien gibt, „die in Gallertmasse eingebettete Einzelbakterien, etwa runde Kokken, führen". Letztere würden die Chromatinkörnchen, die Gallertmasse das Wabenwerk darstellen.

---

[1]) STRASBURGER, a. a. O. PRINGSHEIM's Jahrb. XXXXII, 1905, S. 12.

Diese Strukturänderung zeigt sich in allen Kernen nicht zu gleicher Zeit. Die zuletzt aus der Teilung entstandenen, sich sehr stark färbenden Kerne nehmen wahrscheinlich erst später die durchsichtige Struktur an. Bei ihrer Wanderung vom Pollenkorn in den Pollenschlauch nehmen die Kerne eine ovale Gestalt an, sind an den Enden zugespitzt und von Plasma umhüllt (Fig. 12).

Es ist nun sehr auffallend, dass die Kerne während ihrer Umwandlung und Wanderung in den Pollenschlauch den gleich nach ihrer Teilung so deutlich hervortretenden Nukleolus verlieren und aus groben kugeligen, fast gleich grossen und gleichmässig verteilten Körnchen bestehen. Nur die zwei grossen, vermeintlich vegetativen Kerne behalten den allerdings kleiner gewordenen Nukleolus bei (Fig. 13).

Ein solches Verhalten würde dem entsprechen, was von ROSEN[1]) bei *Scilla sibirica* beobachtet worden ist. Der vegetative Kern des Pollenkorns dieser Pflanze zeigte sehr grosse Nukleolen und ein feines, aus unregelmässigen Maschen zusammengefügtes Kerngerüst, während der generative Kern nur kleine Nukleolen enthielt, die später ganz zu verschwinden scheinen.

Über die wahre Natur der zwei grossen, sich von den kleineren so deutlich unterscheidenden Kerne können nur spätere, sich auf ihr Verhalten im Befruchtungsakt beziehende Untersuchungen Aufschluss geben. Während der Keimung sind sie die ersten, die aus einem dichten in einen lockeren Knäuelzustand übergehen. Später verhalten sie sich sehr verschieden; denn es bleiben bald einer von ihnen, bald alle zwei in der Höhlung des Pollenkornes zurück, bald befindet sich einer von ihnen an der Spitze oder in der Mitte der in den Schlauch wandernden Reihe.

Nur einmal konnte ich an der Spitze eines ausgebildeten Pollenschlauches, welcher anscheinend fast kein Cytoplasma mehr enthielt, zwei kugelige hintereinander folgende Kerne erkennen, welche durch Lage, Dimension, Form und Struktur sich deutlich von den übrigen, eine einzige Reihe bildenden Kernen unterschieden und lebhaft an die zwei grossen, oben beschriebenen Kerne des Pollenkorns erinnerten (Fig. 13). Nach Analogie mit den Befunden von JUEL[2]) zu schliessen, der an den Pollenschläuchen von *Cupressus* einen mehrzelligen Komplex beobachtete, könnte man die zahlreichen kleinen Kerne als Sperma- oder Generativkerne, die zwei grossen als vegetative Kerne auffassen.

In jungen kurzen Schläuchen lassen sich zwei bis drei Plasmastränge wahrnehmen, längs denen die Kerne gestreckt sind, während an der Schlauchspitze dicke Plasmaanhäufungen sich zeigen, in welchen die dem Scheitel nächsten Kerne verborgen sind. In langen ausgebildeten Schläuchen ist nur ein Strang vorhanden, in dem die Kerne regelmässig gereiht liegen (Fig. 12). Nach vollendeter Keimung verdünnt sich dieser Plasmastrang derart, dass man den Eindruck gewinnt, als lägen die Kerne ganz frei.

---

[1]) ROSEN, Beiträge zur Kenntnis der Pflanzenzellen. COHN's Beiträge. V. Bd. S. 443—458.

[2]) JUEL, Über den Pollenschlauch von *Cupressus*. Flora Bd. XCIII, 1904, S. 56—62.

Die Anzahl der Kerne ist sehr schwankend. Die grösste, die ich — allerdings in seltenen Fällen — konstatieren konnte, ist 44, die mittlere, die am häufigsten vorkommt, 36, die kleinste 20. Sie lässt sich eher in gekeimten als in ungekeimten Pollenkörnern bestimmen. Daher erscheint sie bei jenen grösser als bei diesen.

Bei einer so grossen Vielkernigkeit ist kaum anzunehmen, dass die Zahl der Kerne eine bestimmte sei; vielmehr wird sie von dem Entwicklungszustand des Pollenkornes und von den Ernährungsverhältnissen der Pflanze abhängig sein.

Eine Vermehrung der Kerne während der Keimung glaube ich nicht annehmen zu dürfen, denn es glückte mir nie, Kernteilungen im keimenden Korn oder im Schlauche zu beobachten, obwohl ich eifrig danach suchte, sowohl bei Objekten, die in vivo, wie bei solchen, die nach der Fixierung gefärbt waren.

Die von ZOPF[1]) neulich mit Flechtensporen versuchte Lebendfärbung mittels sehr stark verdünnter wässeriger Methylenblaulösung erwies sich als ungeeignet; denn sobald die Keimschläuche etwa die Länge des Pollenkorndurchmessers erreicht hatten, platzten sie und liessen den Inhalt austreten. Mit Methylgrünlösung war das Resultat ebenfalls ein negatives, obwohl sich die Kerne von fixierten Pollenschläuchen sehr schön smaragdgrün mit dieser Lösung färbten und sich vom übrigen Plasma gut unterscheiden liessen. Auch bei fixierten und eingebetteten Pollenkulturen in verschiedenen Keimungsstadien glückte es nicht, Kernteilungen im Pollenschlauche wahrzunehmen.

Was die gleichmässige Verteilung der Kerne in einer Längsreihe betrifft, so ist es am wahrscheinlichsten, dass sie durch Plasmabewegung bedingt wird. Ich konnte aber trotz langen Suchens zu verschiedener Tageszeit und bei verschiedener Beleuchtung keine Plasmaströmung wahrnehmen, so dass ich vermute, dass die Kerne entweder sehr langsam — so langsam wie die Keimung geschieht — oder vielleicht nur bei Lichtabschluss wandern.

Dass die Kerne in regelmässigem Abstand von einander liegen, erinnert lebhaft an die Erscheinung, welche GERASSIMOW[2]) und später VAN WISSELINGH[3]) in mehrkernigen Zellen von *Spirogyra* be-

---

1) ZOPF, Vielkernigkeit grosser Flechtensporen. Diese Berichte 1905, S. 121.

2) GERASSIMOW, Über den Einfluss des Kerns auf das Wachstum der Zelle. Moskau 1901, S. 198.

3) VAN WISSELINGH, Über mehrkernige Spirogyrazellen. Flora 1900, S. 378.

obachtet haben, in denen gleichfalls der Kernabstand bestimmten Gesetzen zu gehorchen scheint.

Eine Desorganisation der Kerne, wie etwa bei *Pinus*[1]) und *Taxus*[2]), konnte ich nicht feststellen. Biologisch wie teleologisch ist auch nicht anzunehmen, dass einer so grossen Kernvermehrung eine Kernreduktion oder Bildung steriler Kerne vorangeht.

Dass die hier beschriebene Erscheinung auf parasitische Organismen zurückzuführen ist, scheint ausgeschlossen, da die Bildung der Kerne sich schrittweise verfolgen liess. Es wäre nun weiter zu untersuchen, ob ein ähnliches Verhalten auch bei anderen *Araucaria*-Arten und verwandten Formen vorkommt.

Die zuerst von HOFMEISTER[3]) an Taxineen und Juniperineen, dann von STRASBURGER[4]) an *Juniperus virginiana* bestätigte Bildung von 4—6 freien, sphärischen „Zellen“ bezw. Kernen im unteren Ende des Pollenschlauches beim Herannahen des Zeitpunktes der Befruchtung, ferner die Beobachtung JUEL's von einem mehrzelligen Komplex im Pollenschlauche bei *Cupressus Goweniana* dürfen nun nicht mehr als allein dastehende Tatsachen gelten, sondern erfahren durch die von mir bei *Araucaria* beobachtete Vielkernigkeit der Pollenkörner eine Erweiterung. So dürfte auch SLUDSKY's[5]) neue Angabe, es seien diese mehrzelligen Komplexe bei *Cupressus* „auf ein krankes Material zurückzuführen“, unbegründet sein.

Indem ich mir die Aufgabe vorbehalte, das Verhalten dieser vielkernigen Pollenschläuche im Nucellus zu verfolgen und ihre biologische Bedeutung bei der Befruchtung zu untersuchen, scheint es mir schon jetzt nicht als ungerechtfertigt, die bei der Mikrosporenkeimung der *Araucaria* auftretende Zell- und Kernteilung als Antheridienbildung aufzufassen. Die Entdeckung WEBBER's[6]) von — allerdings nur zwei — Antherozoiden im Pollenschlauche von *Zamia floridana* lässt erwarten, dass durch spätere Untersuchungen meine Annahme sich als richtig herausstellen dürfte. Zugunsten dieser Annahme würde auch der Umstand sprechen, dass die Kerne der *Araucaria* keinem festen Zellkomplexe angehören, sondern nackt, deshalb

---

1) COULTER and CHAMBERLAIN, Morphology of Spermatophytes. 1903, S. 91.

2) BELAJEFF, Zur Lehre von dem Pollenschlauche der Gymnospermen. Diese Berichte 1903, S. 197.

3) HOFMEISTER, Neuere Beobachtungen über Embryobildung bei Phanerogamen. PRINGSHEIM's Jahrbücher, I, 173—175. Cf. Fig. 7—8 auf Tafel IX.

4) STRASBURGER, Coniferen und Gnetaceen. Jena 1872, S. 280. Über Befruchtung und Zellteilung. Jena 1878, S. 17. Cf. Fig. 29—31, Taf. I. Zellbildung und Zellteilung. Jena 1880, S. 49. Cf. Fig. 162—165, Taf. VI.

5) SLUDSKY, Über die Entwicklungsgeschichte des *Juniperus communis*. Diese Berichte 1905, S. 214.

6) WEBBER, The development of the antherozoids of *Zamia*. Bot. Gaz. 24: 16—22. 1897.

beweglicher und zur Wanderung besser geeignet sind. Noch günstiger für meine Auffassung scheint die Deutung OLIVER's[1]) zu sein, nach welcher das mehrzellige Gebilde des Pollenkornes der fossilen Cordaïten ein „Spermogon" oder besser ein „Antheridium" darstellt, in dem jede Zelle ein Spermatozoid erzeugt. In der Tat zeigen die Cordaïten[2]) viele Beziehungen einerseits zu den Cycadeen, andererseits zu den Coniferen, spezieller zu den Ginkgoaceen und Taxaceen.

Fernere Untersuchungen werden nun zeigen, welche Stufe die Araucarieae in Bezug auf die Entwicklung ihres männlichen Prothalliums in der systematischen Gliederung der Gymnospermen einnehmen und ob sich der normale, zweikernige Typus aus dem vielkernigen, generativen Komplex entwickelt hat oder umgekehrt.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Figuren mit Ausnahme der beiden letzten wurden nach Mikrotomschnitten mit Hilfe der ABBE'schen Camera lucida gezeichnet, unter Anwendung der ZEISSschen apochr. homog. Imm. 2,0 *mm* und Comp.-Okular 8; Vergr. 1000.

Fig. 1. Kern einer Pollenmutterzelle in Beginn des Synapsisstadium. Aus dem Bündel der perlschnurartigen Fäden erheben sich mehrere parallel und eng nebeneinander laufende Fäden. Rechts liegt ein derartiger Doppelfaden isoliert, der später voraussichtlich zu einem einzigen verschmelzen wird.

„ 2. Heterotypische Teilung. Längsschnitt durch die in der Kernplatte liegenden Chromosomen. Die äusseren Chromosomen sind auf der Wanderung nach den Polen begriffen, haften noch aneinander und verdicken ihren oberhalb der Fassungsstelle der Zugfasern liegenden Teil, während das unterliegende Stück verdünnt und ausgezogen erscheint.

„ 2a. Querschnitt oberhalb der Kernplatte, 12 Paare Chromosomen zeigend.

„ 3. Schief längsgeschnittenes Diaster. Die Chromosomen der am Ende der Metaphase befindlichen Tochterkerne sehen wie vierbeinige Gestelle aus.

„ 4. Gleiches Stadium wie 3 im Querschnitt. Die längsgespaltenen Chromosomen eines Tochterkernes von der Teilungsebene aus gesehen erscheinen würfelförmig.

„ 5—10. Successive Teilungsstadien des Primordialkernes und der aus ihm hervorgegangenen Tochterkerne. Der voraussichtliche „Vegetativkern" hält sich nach den ersten Teilungsstadien von den übrigen abgesondert. Die als helle Linien erscheinenden Zellwände lassen sich wegen der massenhaft vorhandenen Stärke oft nicht genau verfolgen.

„ 11. Querschnitt durch ein fertiges, mit Stärke vollgepfropftes Pollenkorn. Ein „Vegetativkern" liegt in der Mitte, von einer Stärkehülle umsäumt. Die umliegenden Kerne zeigen eine grobe undurchsichtige Struktur.

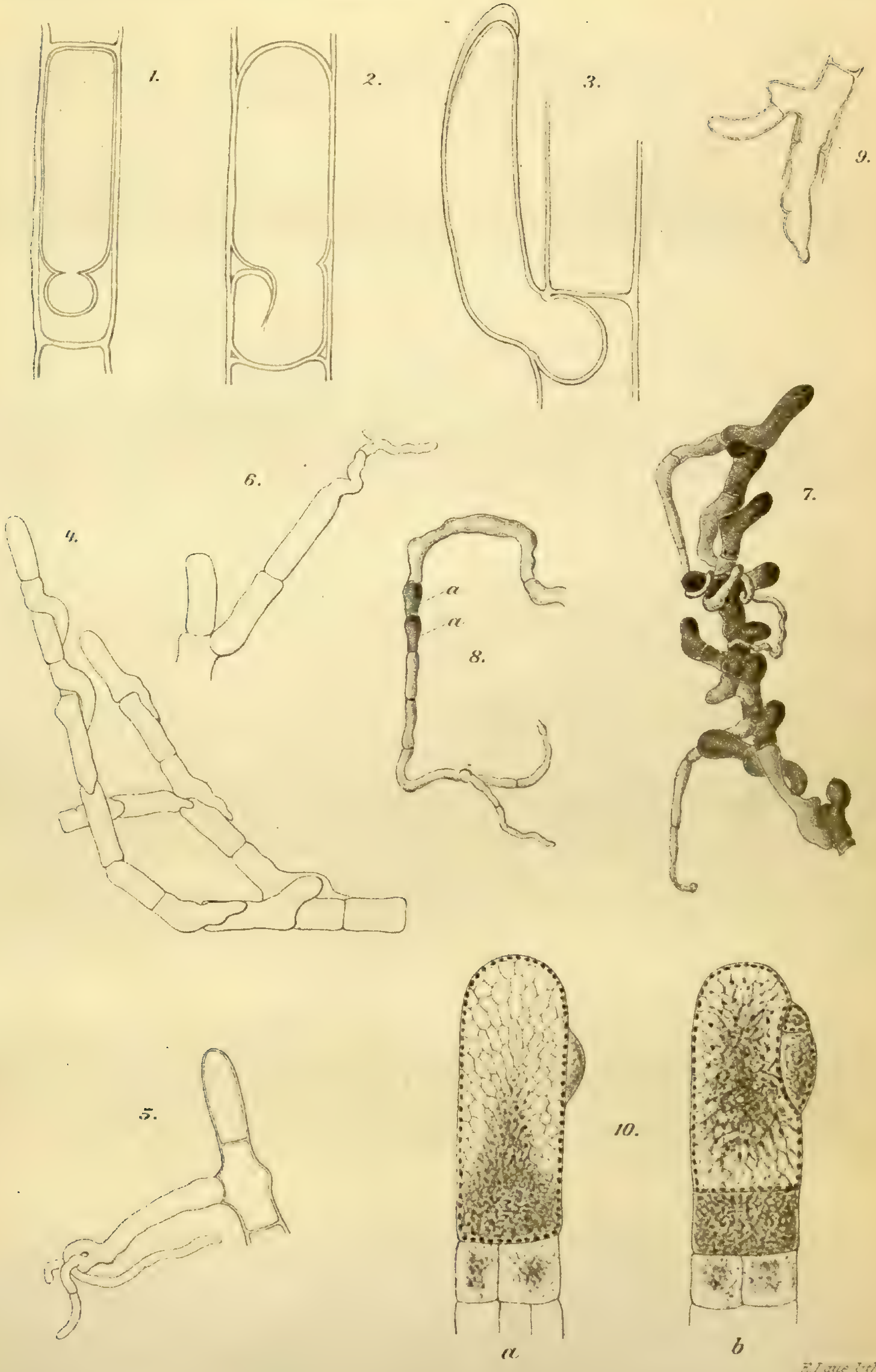
„ 12. Gekeimtes Pollenkorn. Im Pollenschlauch liegen die Kerne in einer einzigen Reihe. Fünf von ihnen sind an der Spitze im Plasma verborgen. Vergr. 80.

„ 13. Spitze eines Pollenschlauches mit zwei terminalen runden „Vegetativkernen" und vier in gleichem Abstand liegenden „Spermakernen". Vergr. 350.

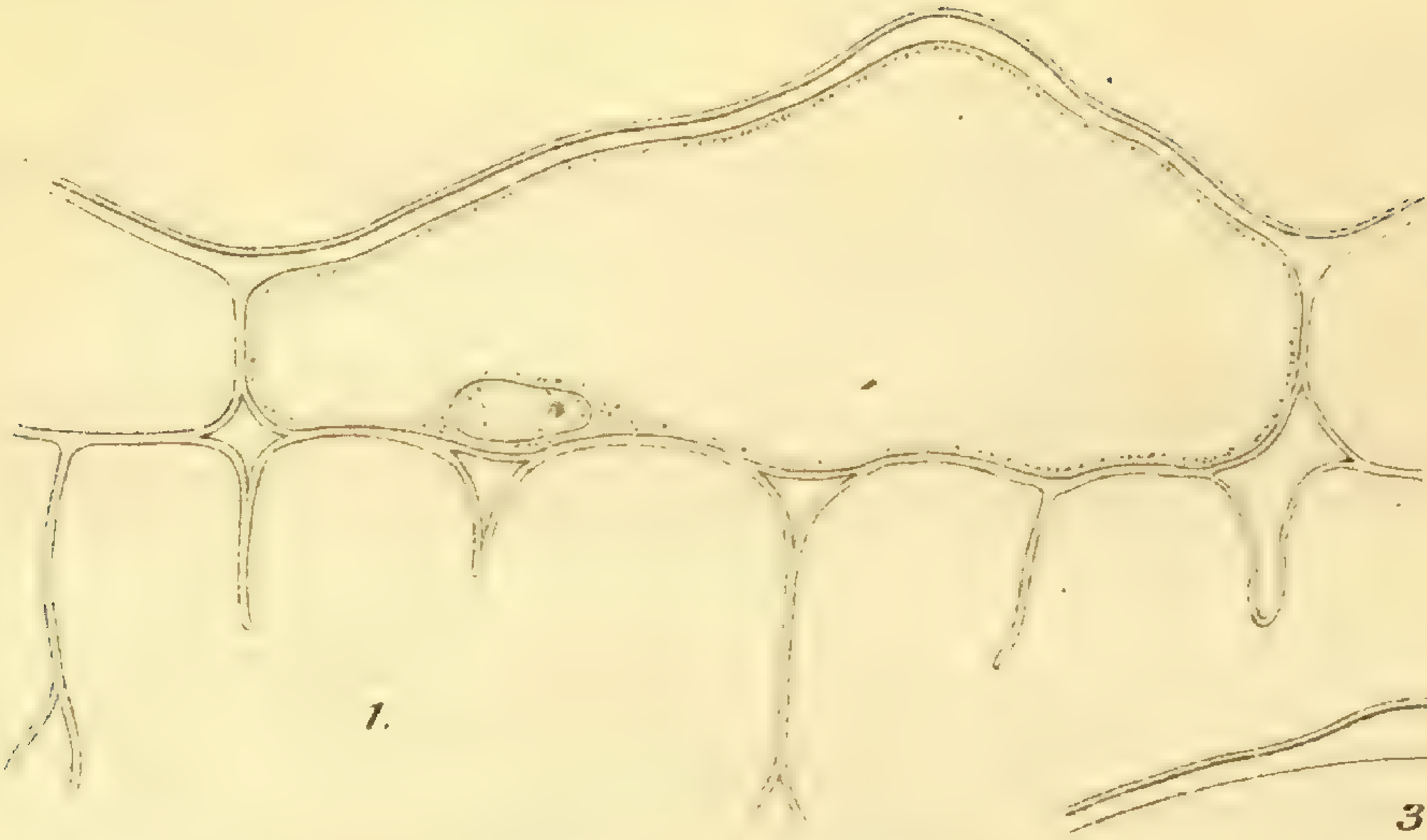
---

1) OLIVER, The ovules of the older Gymnosperms. Ann. of Bot., 1903, S. 458.

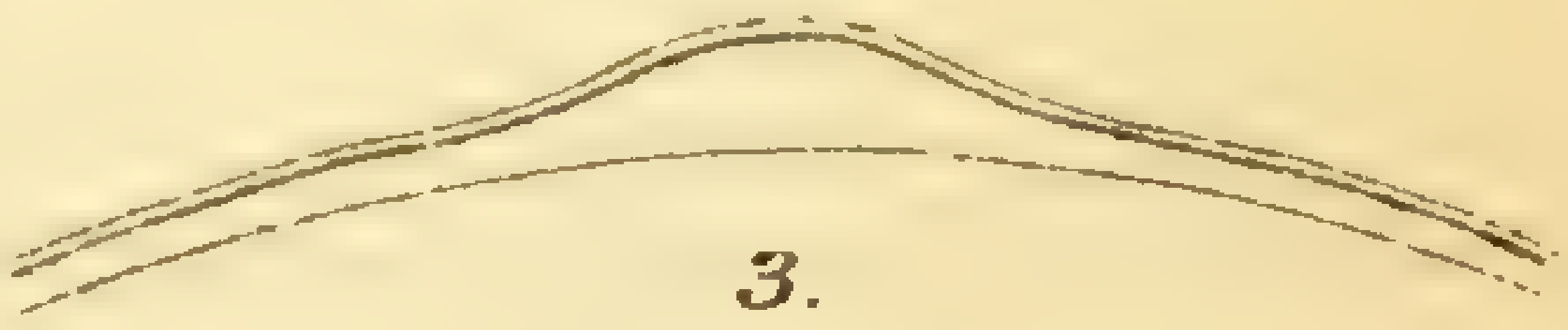
2) POTONIÉ, Lehrbuch der Pflanzenpaläontologie. Berlin 1899, S. 270.


1.
2.
3.
9.
7.
6.
4.
a
a
8.
5.
10.
a
b

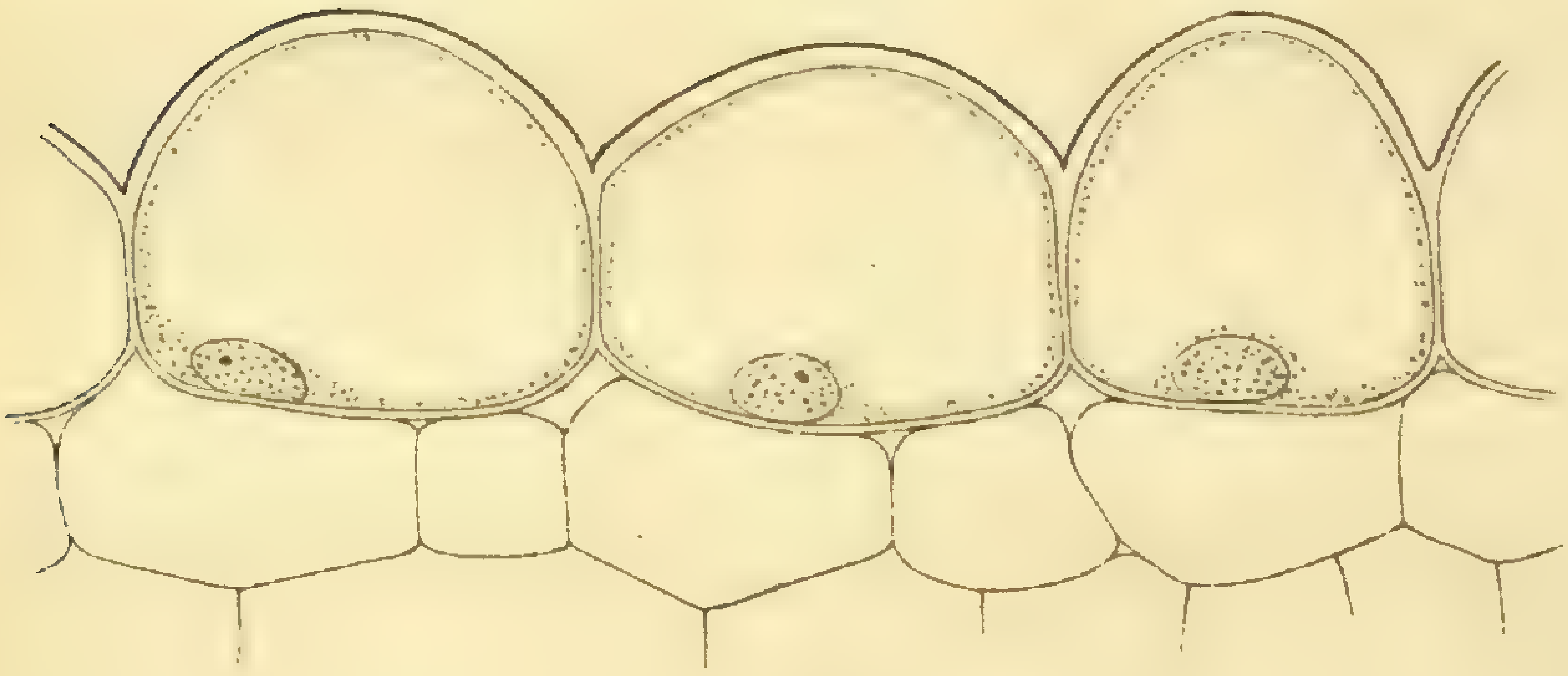
E. Laue lith.



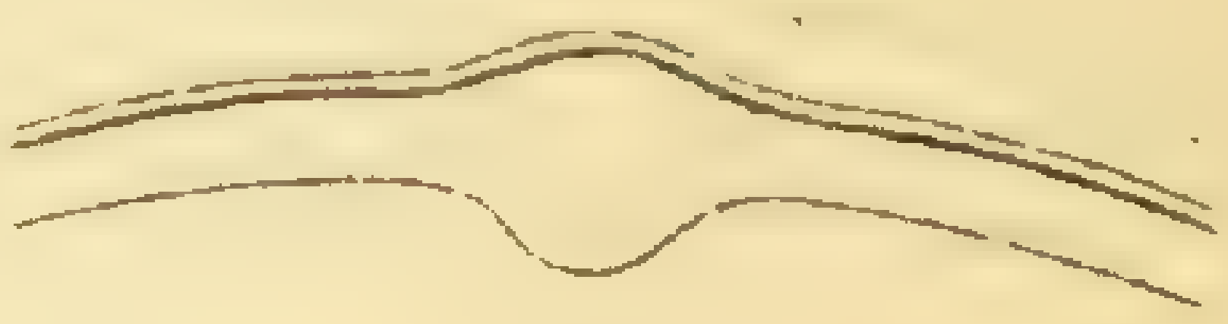
1.



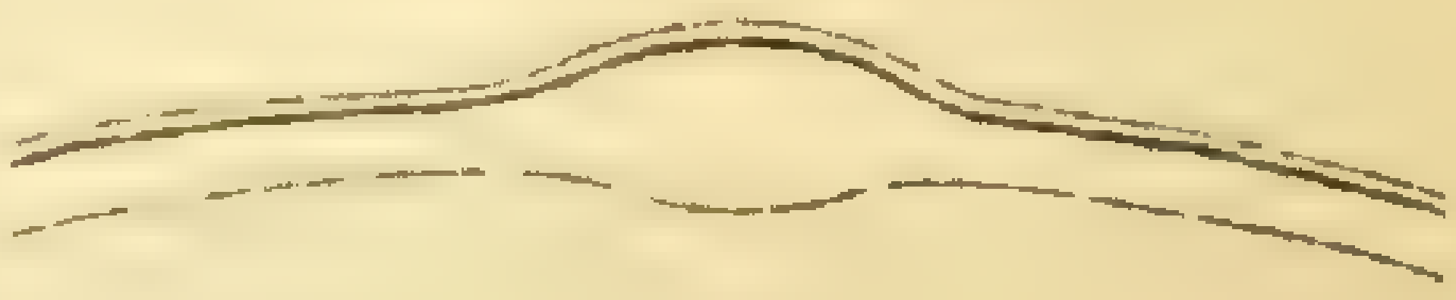
3.



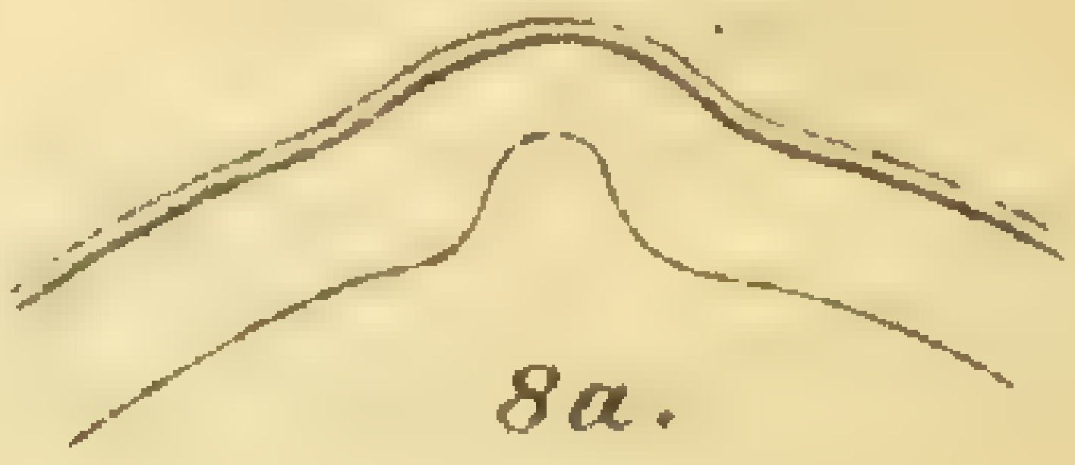
2.



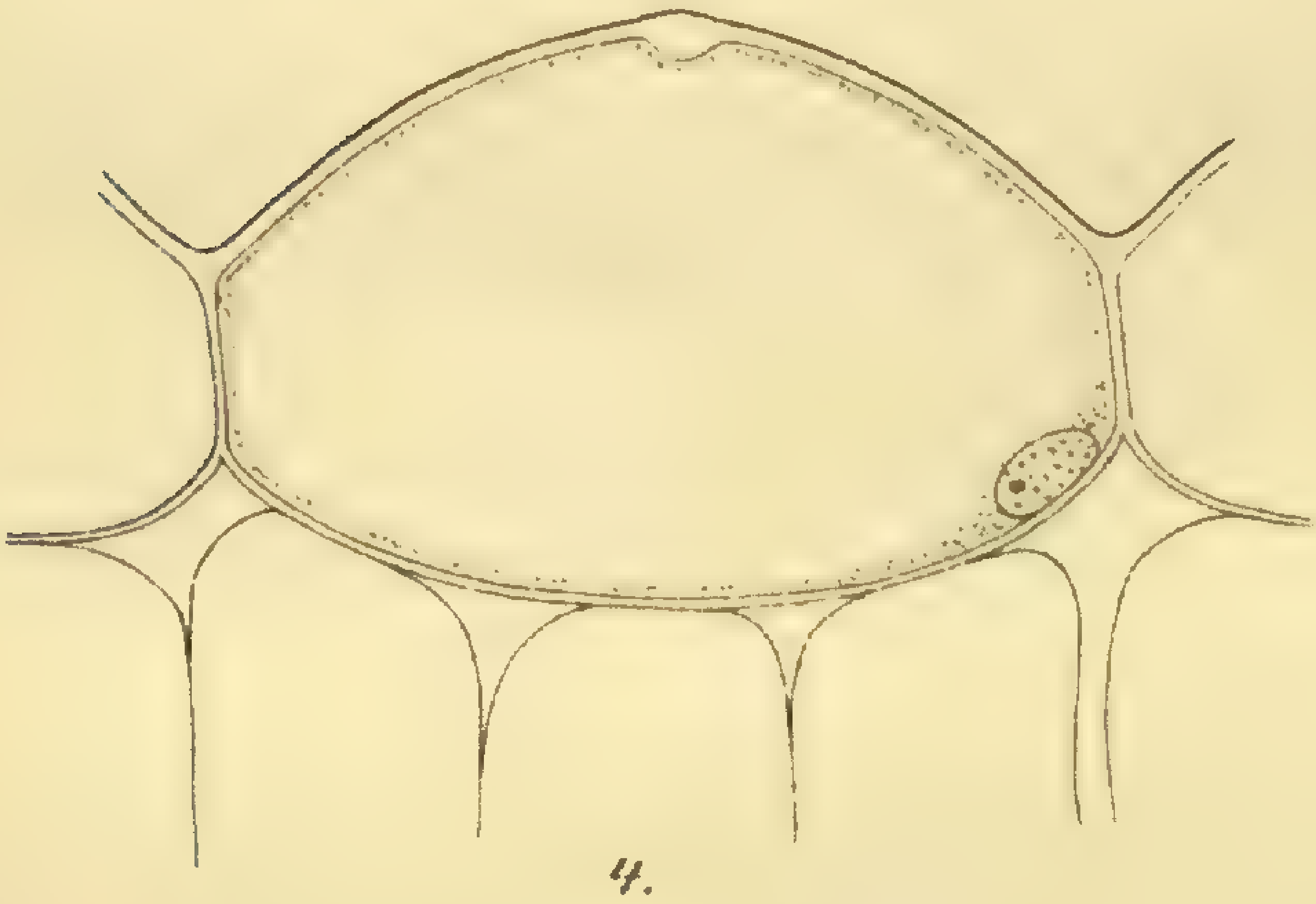
5a.



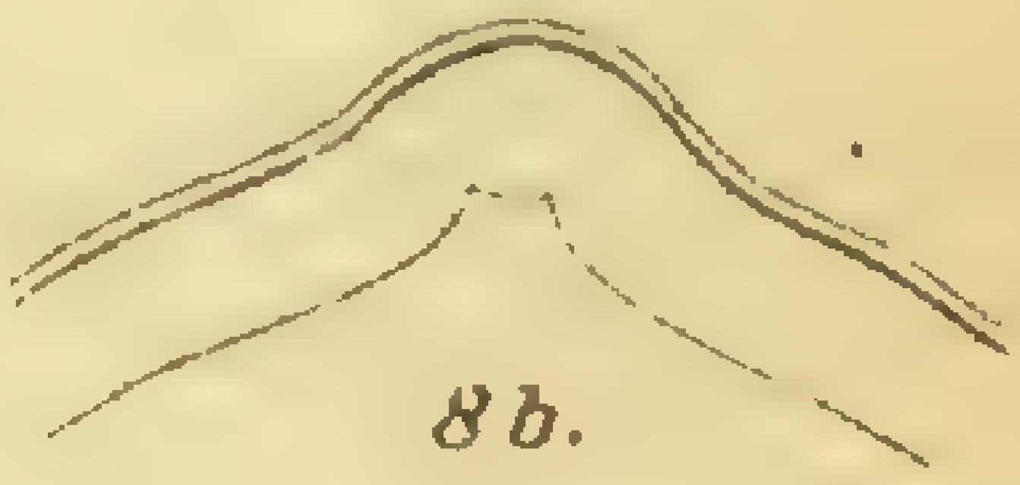
5b.



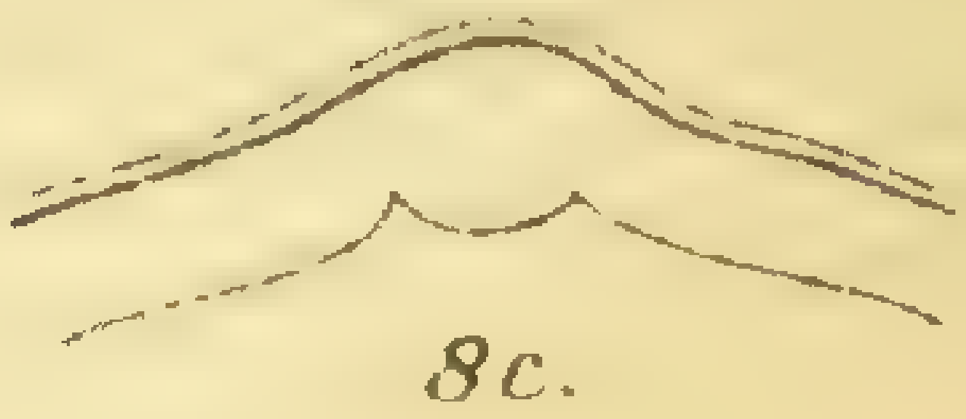
8a.



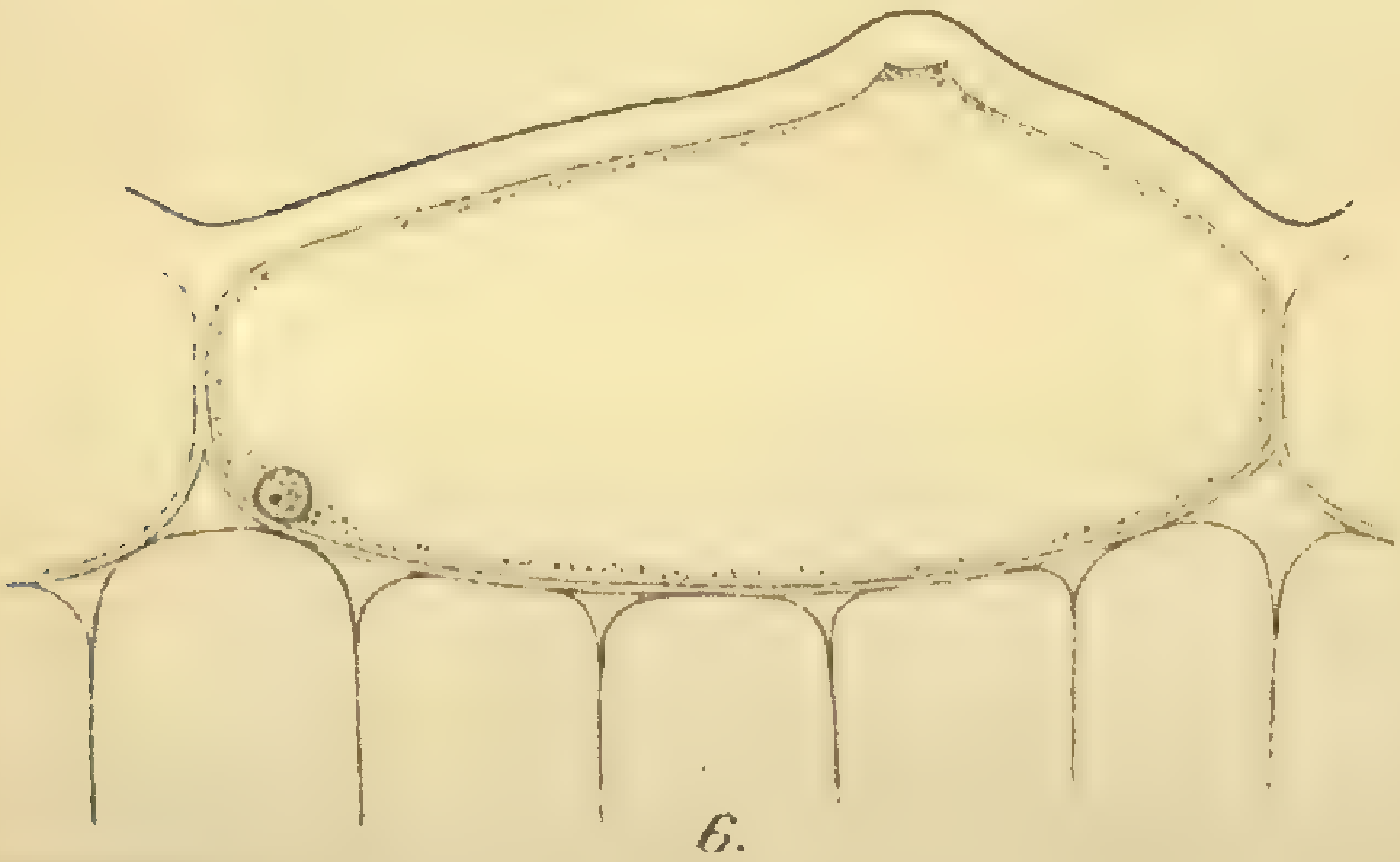
4.



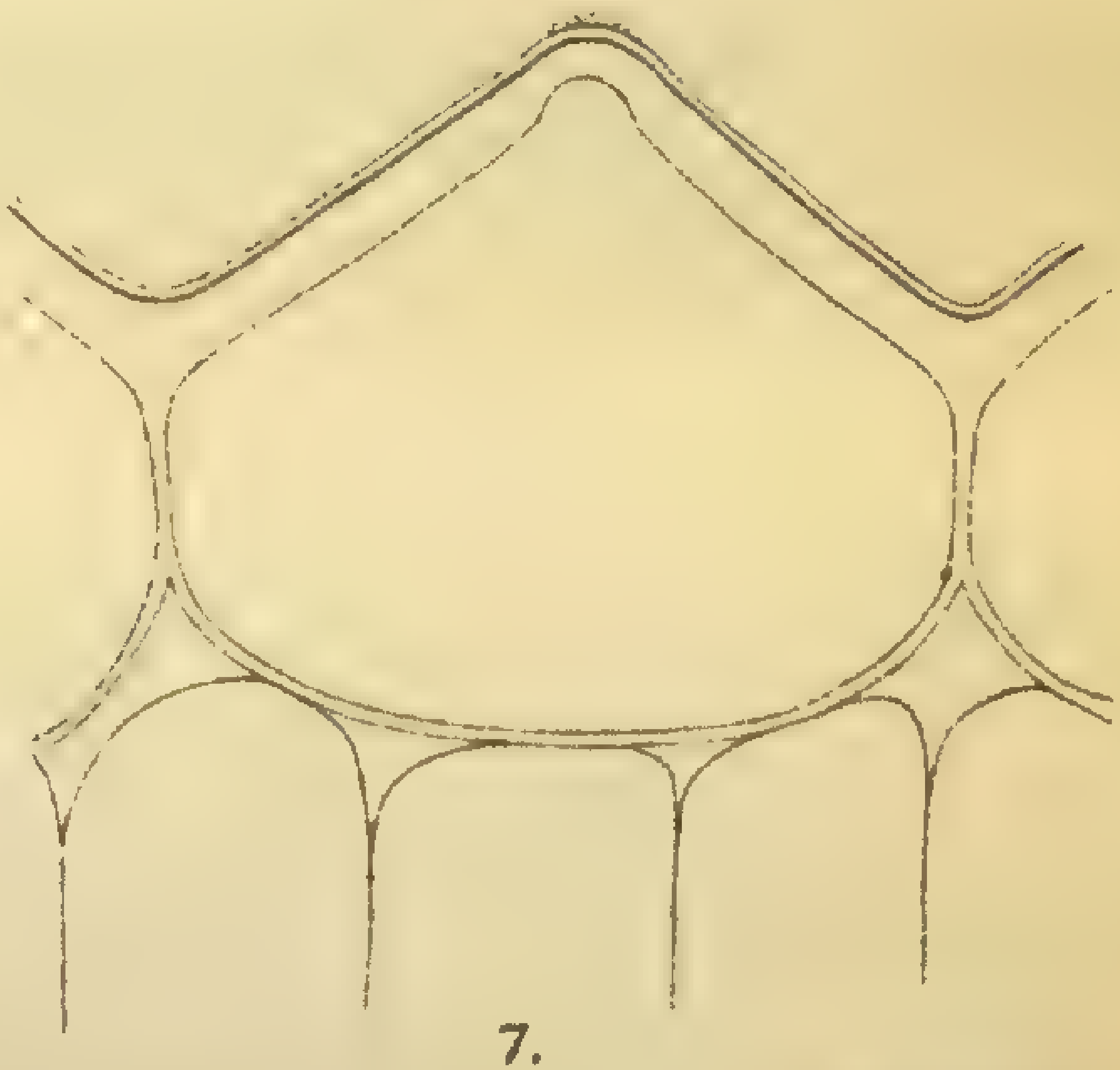
8b.



8c.



6.



7.

v. Guttenberg gez.
E. Laue lith.

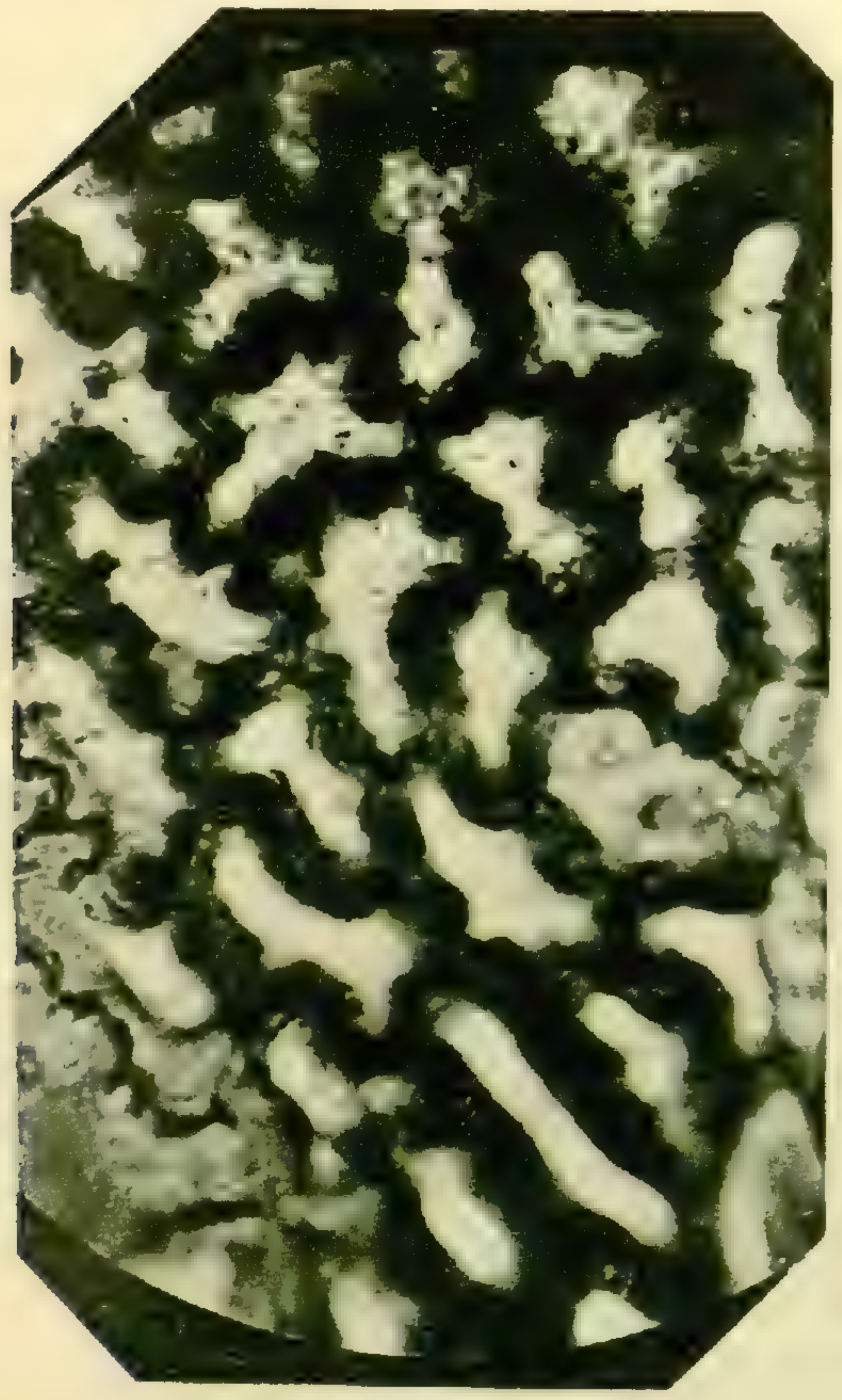


Fig. 1.

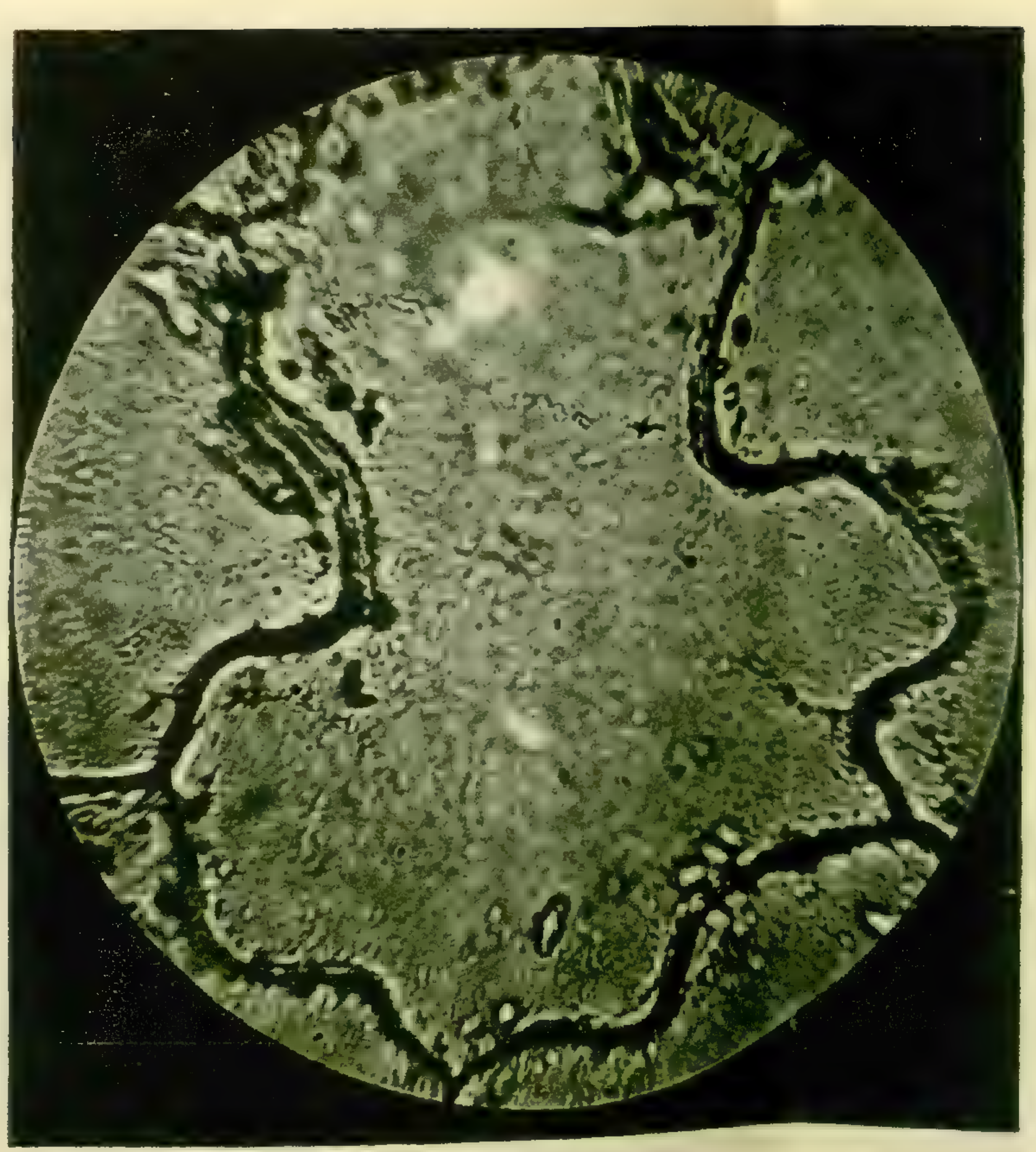


Fig. 2.

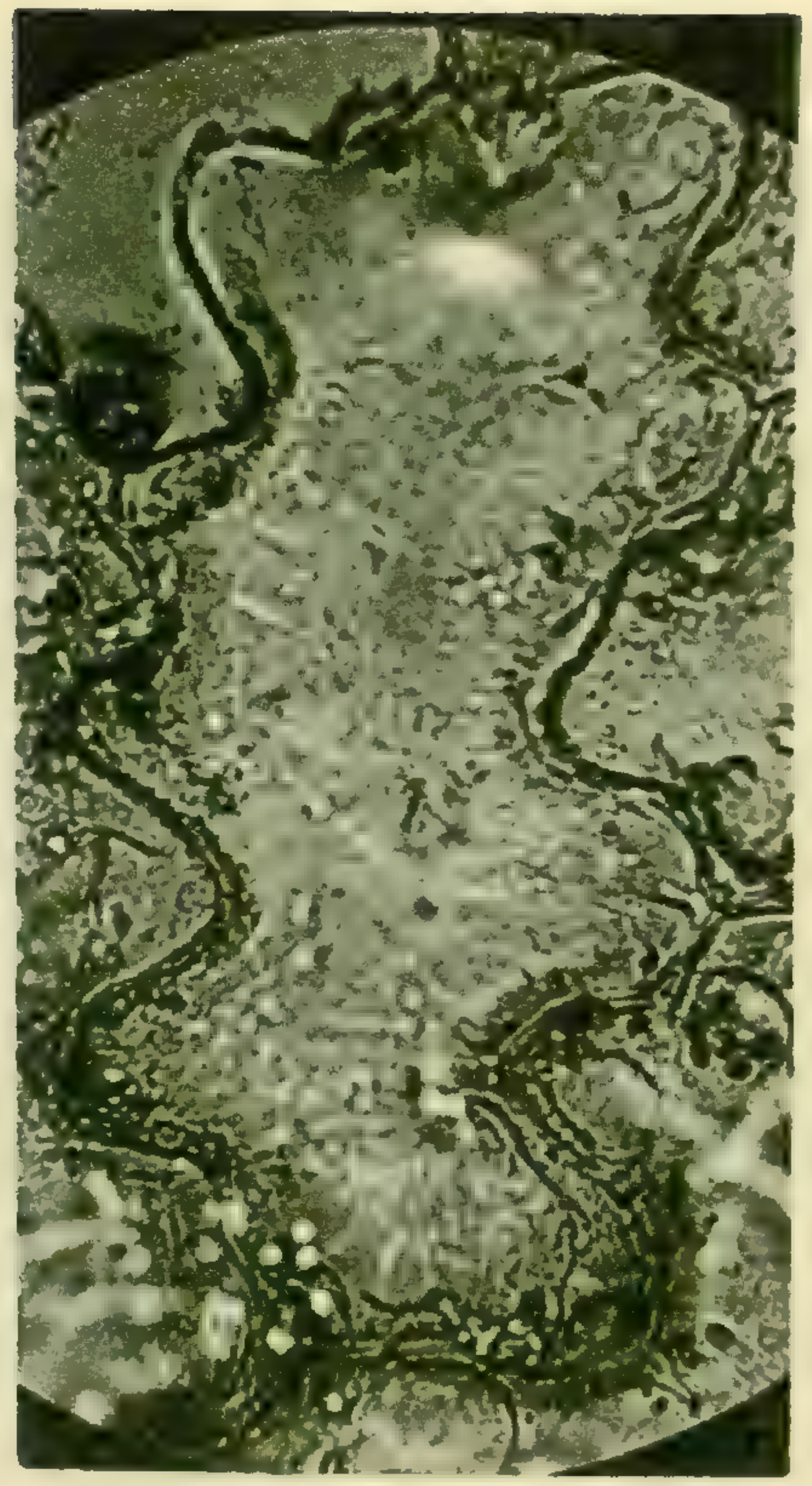


Fig. 3.

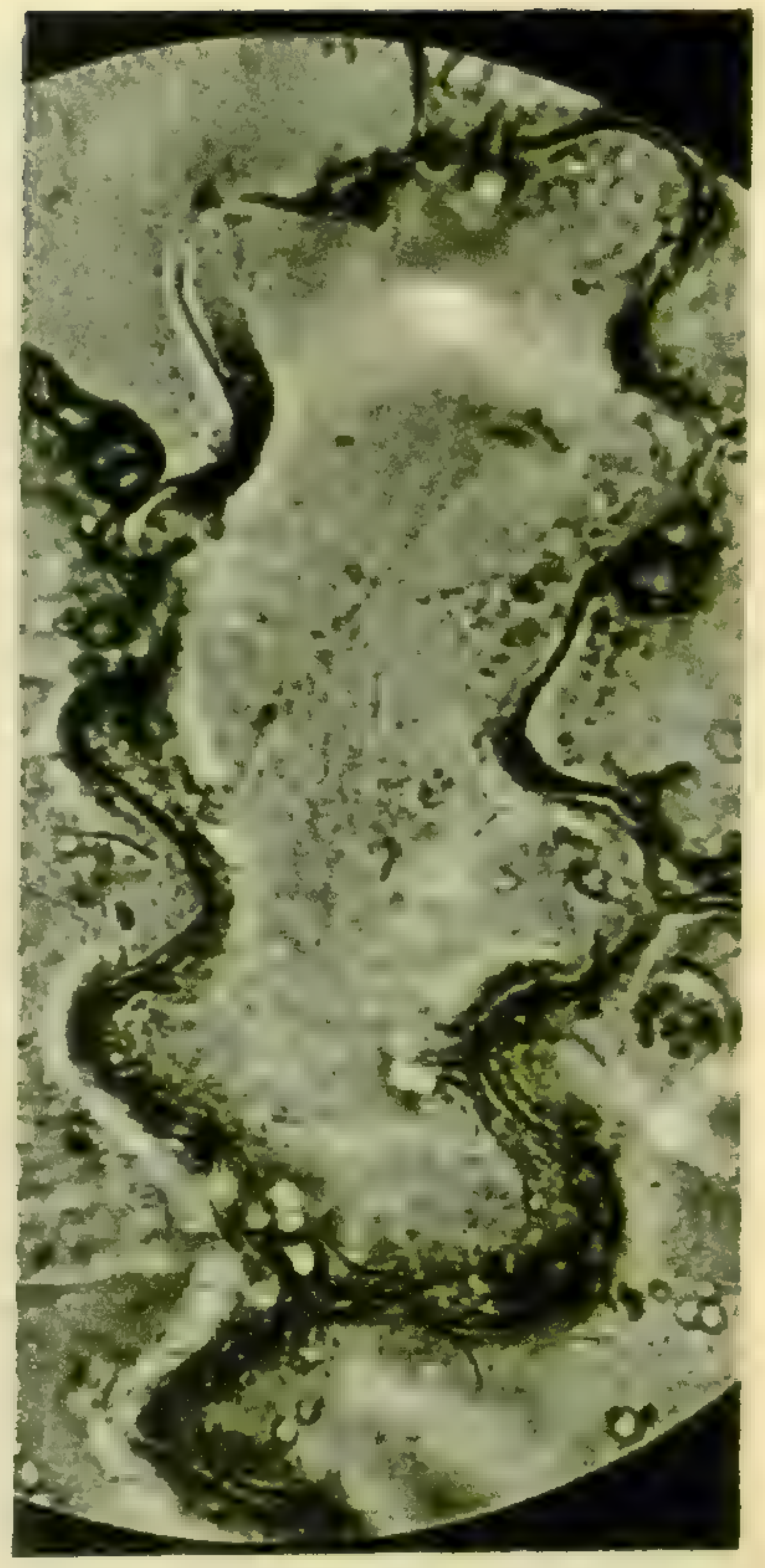


Fig. 4.

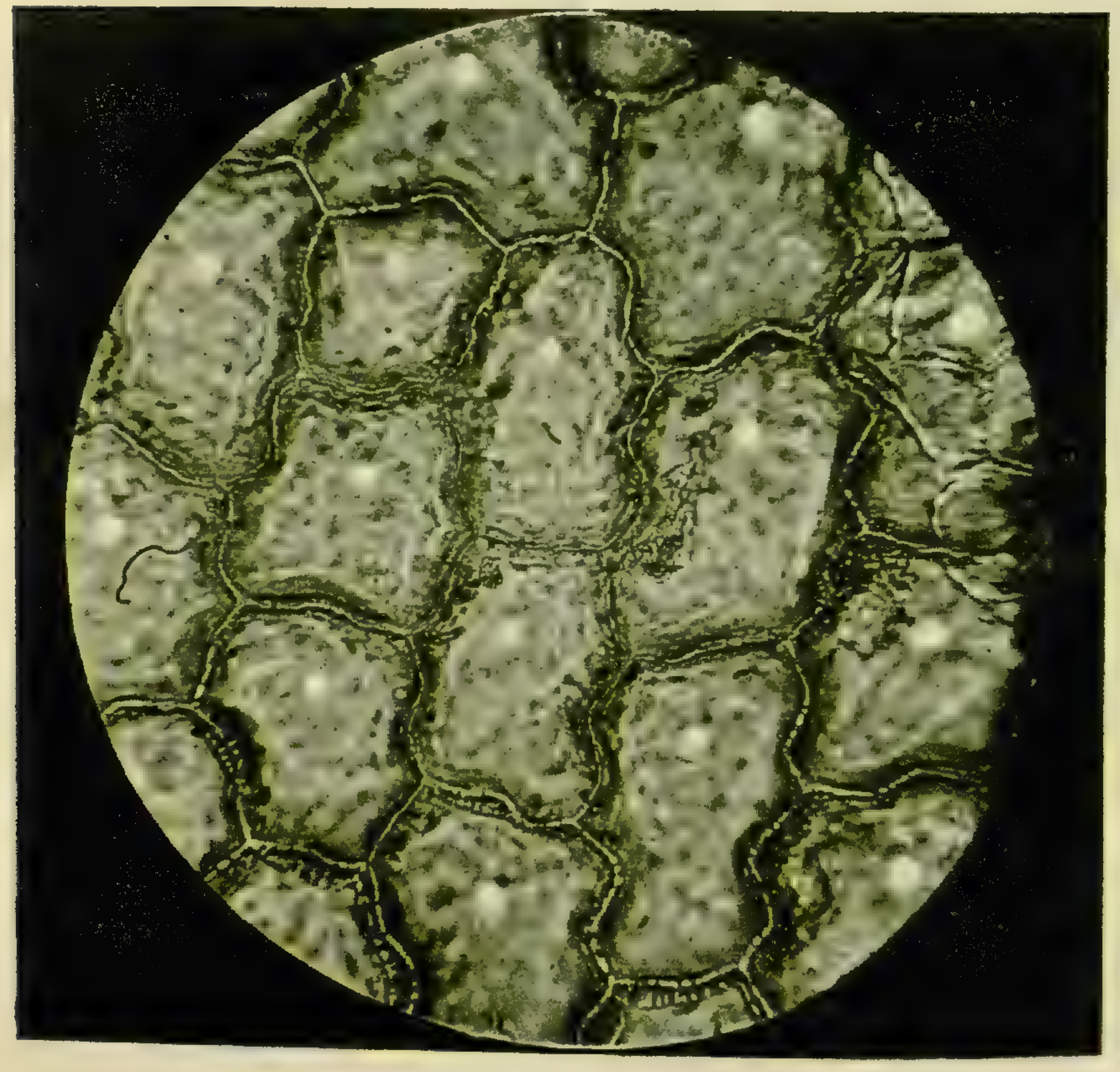


Fig. 6.

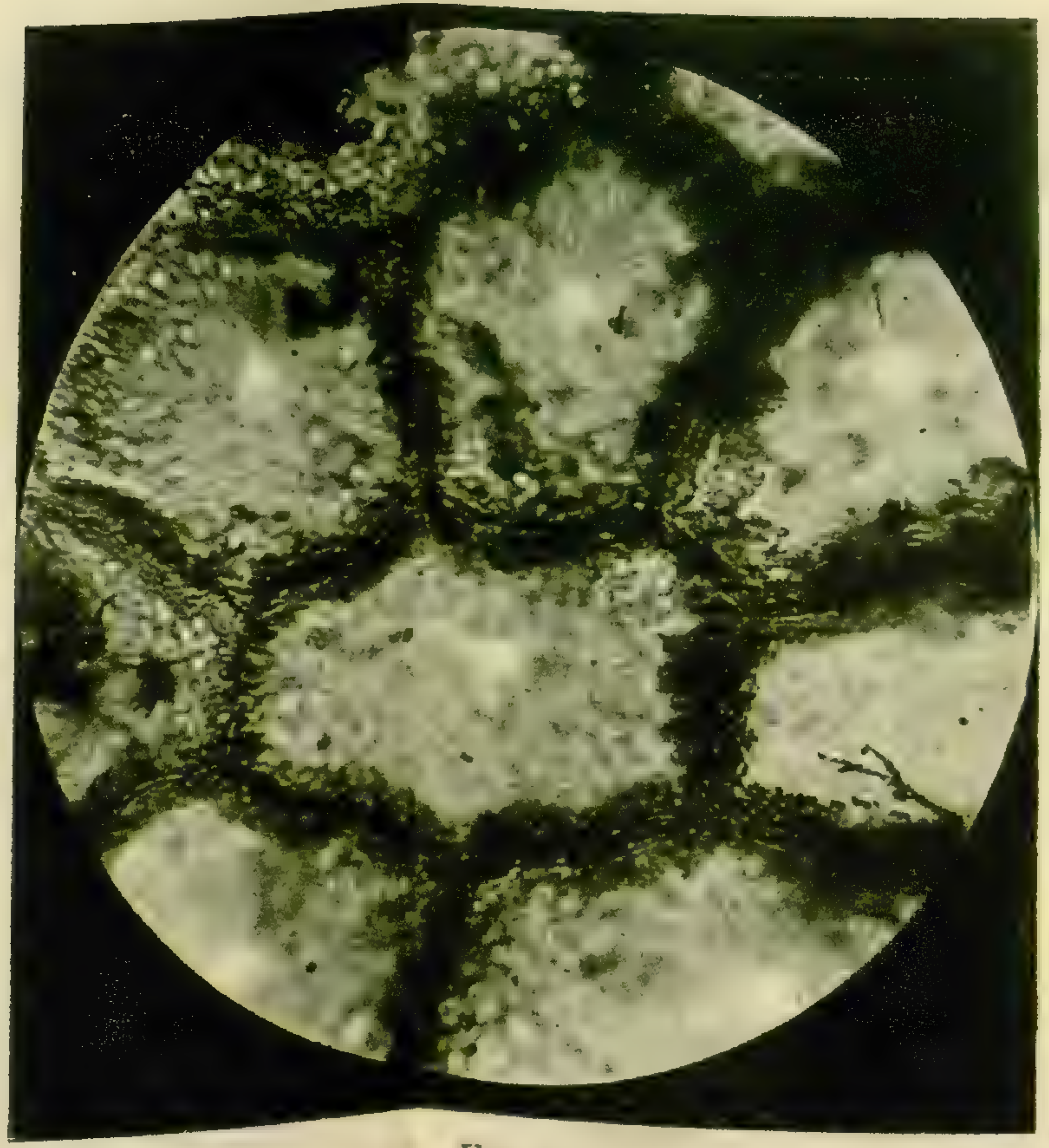


Fig. 7.

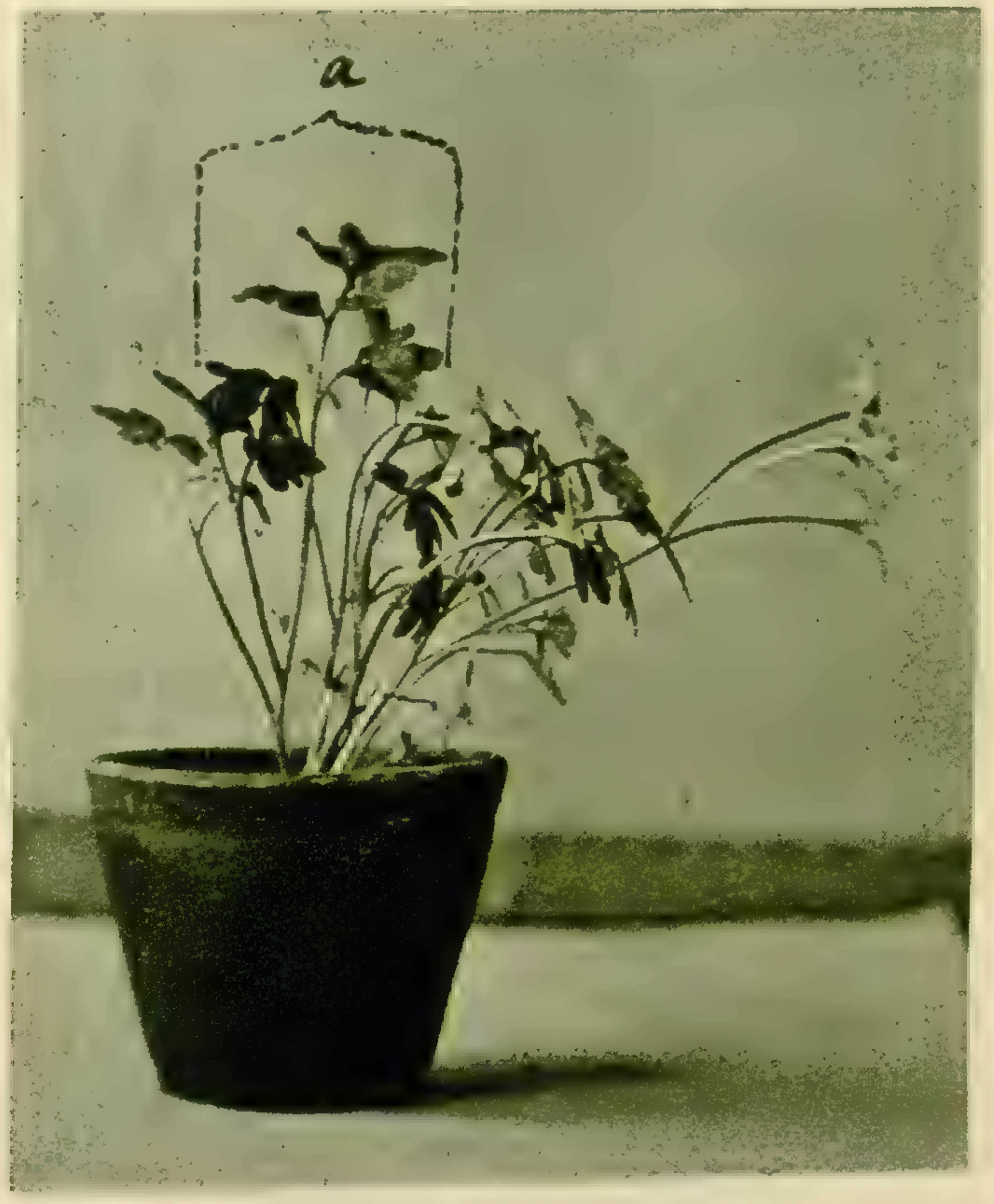
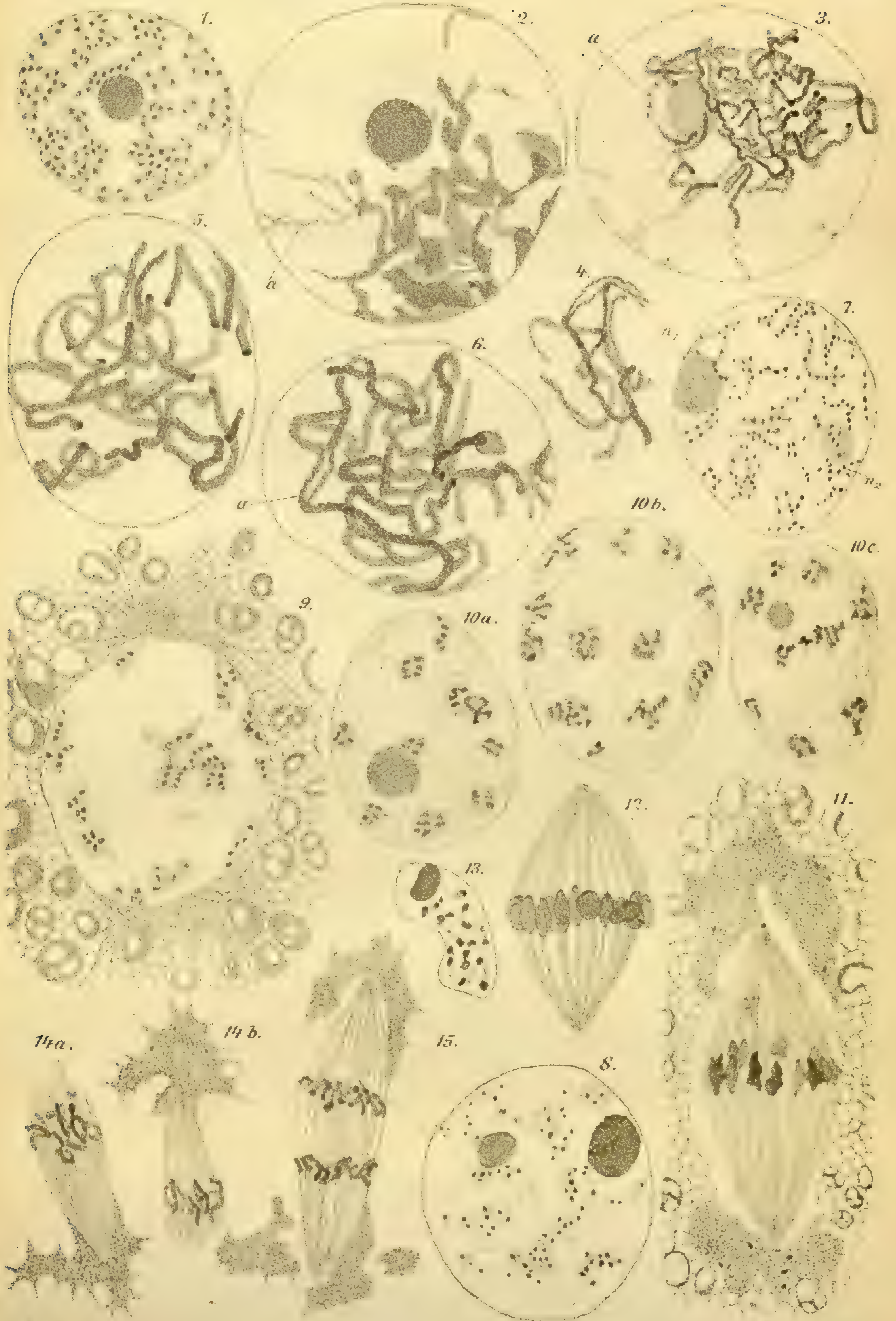


Fig. 5.

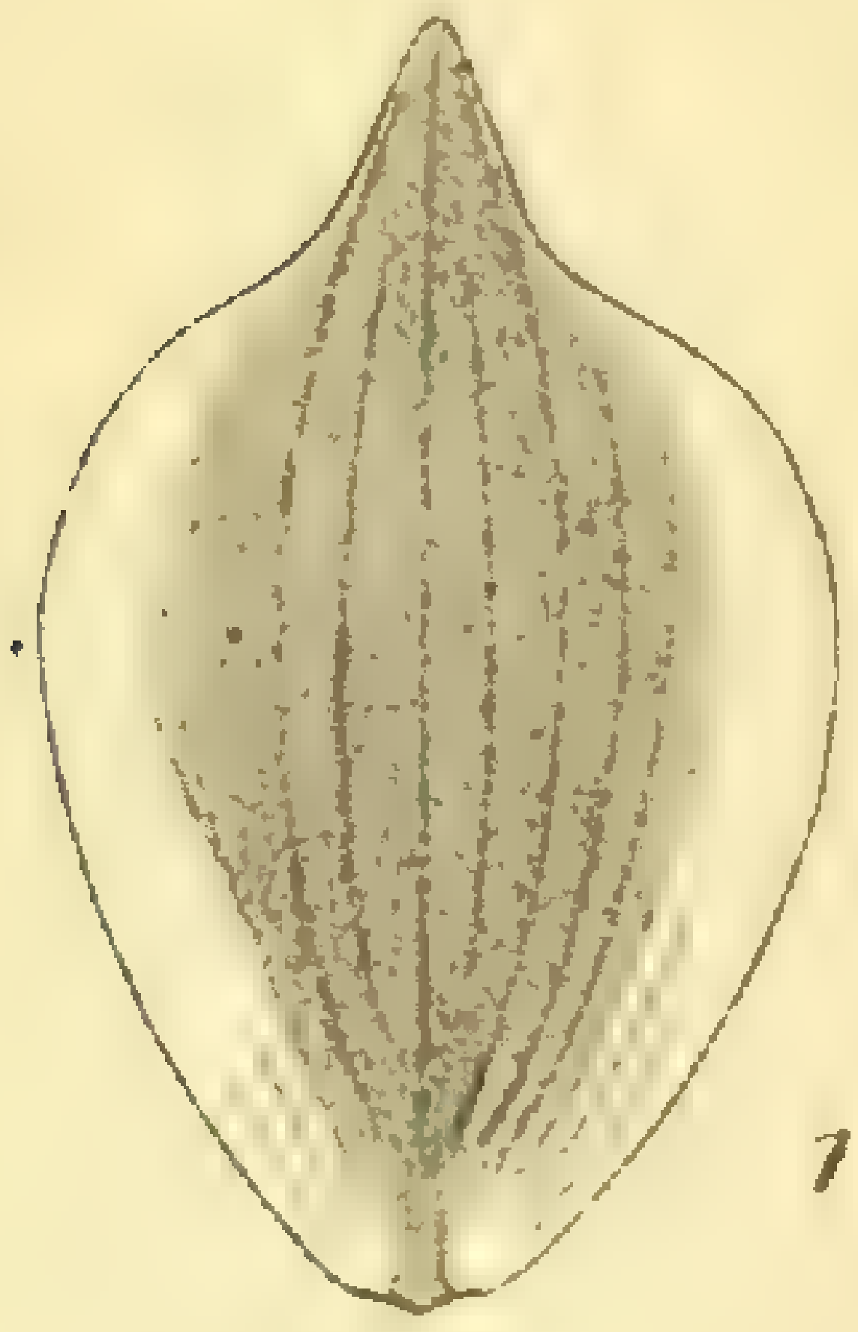
v. Guttenberg phot.

Jd
C
1.
Ep
K
E
2.
Jd
W
K₂
Ep₂
Ep₁
K₁
3.
Jd
Ep
4.
K₁
K₂
E
Jd
P
5.
E
PB
6.
8.
J
B
A
9.
J
7.
Jd
10.
Jd
a
b
11.
c
d

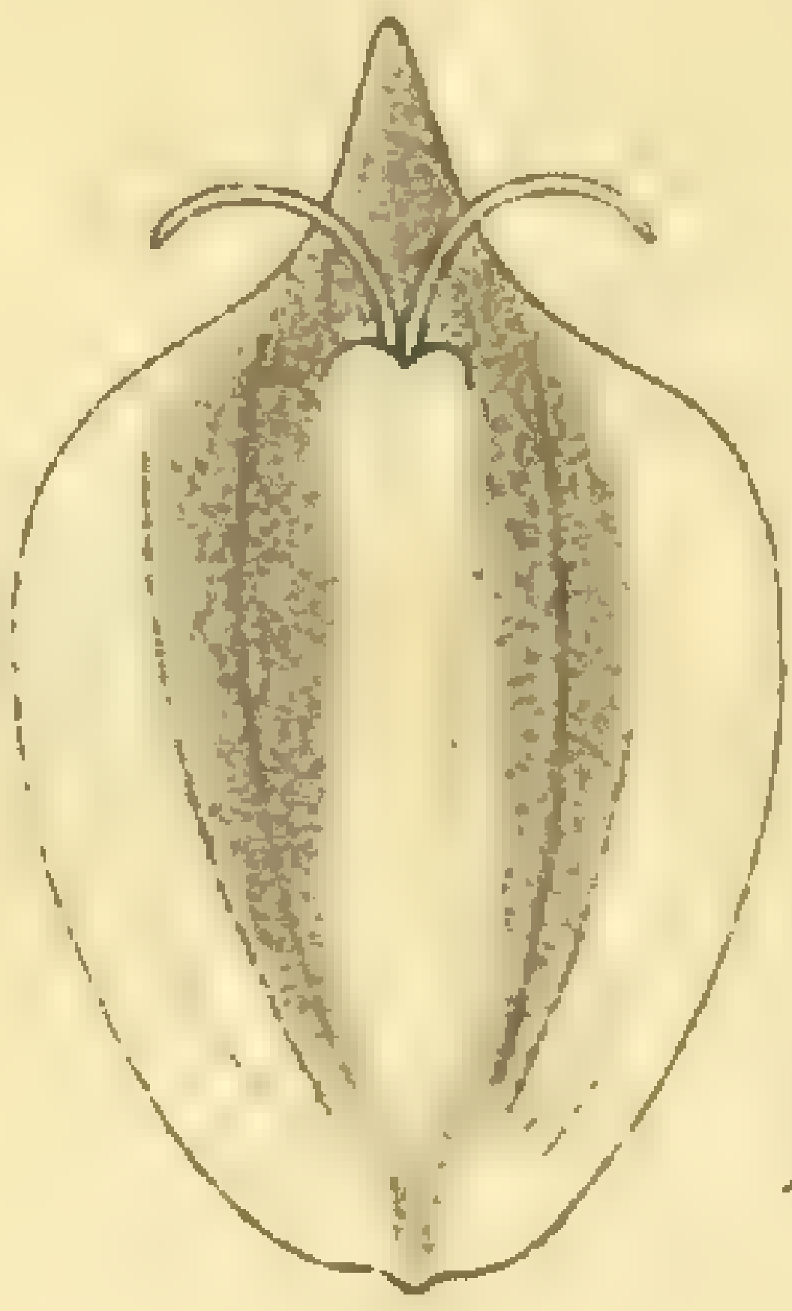
J. E. Schneider gez. E. Laue lith.


1.
2.
a
3.
a
5.
a
4.
n₁
7.
n₂
6.
a
10 b.
10 c.
9.
10 a.
12.
11.
13.
14 a.
14 b.
15.
8.

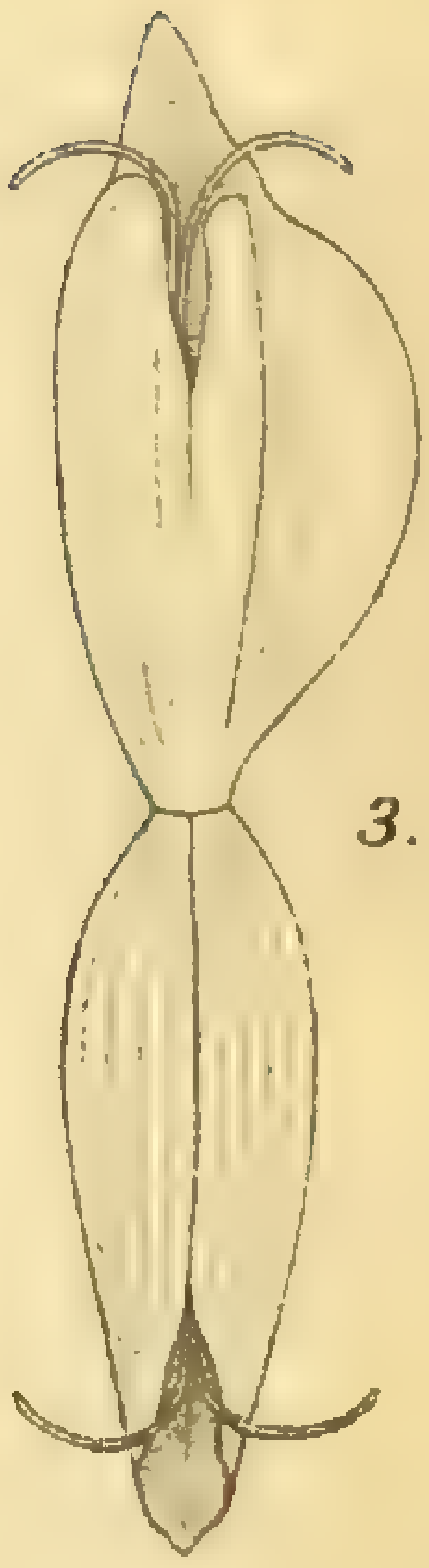
C. E. Allen gez. E. Laue lith.



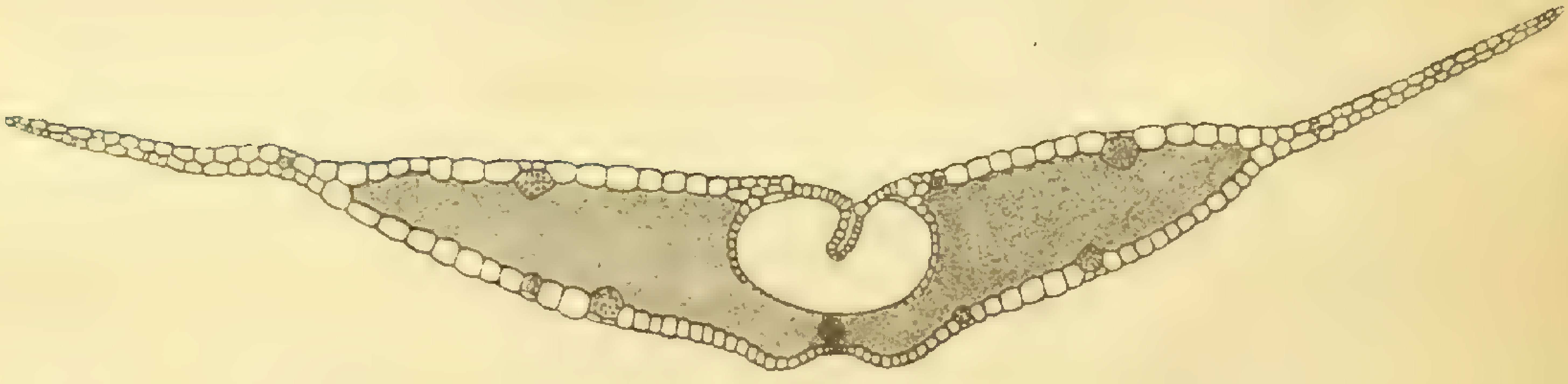
1.



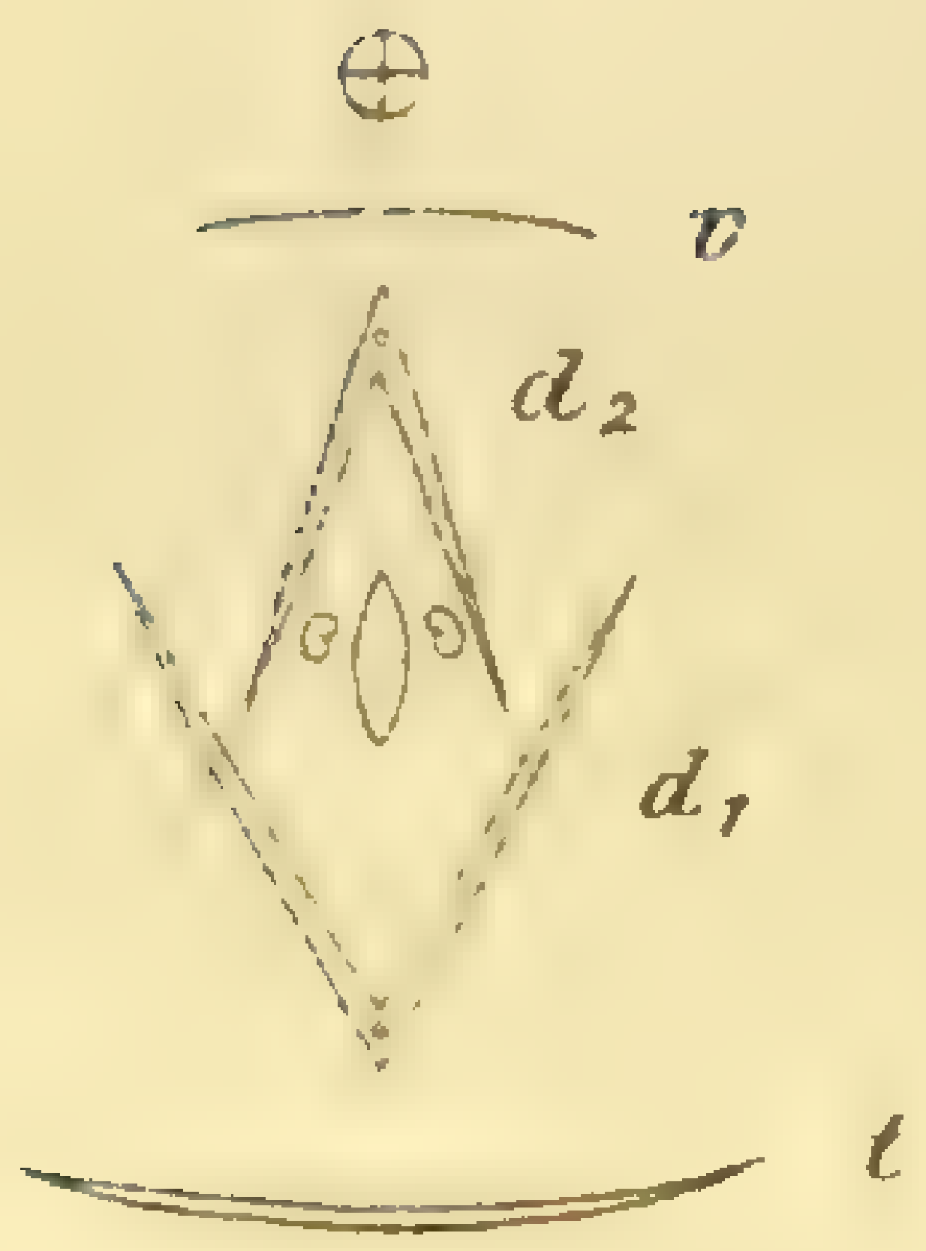
2.



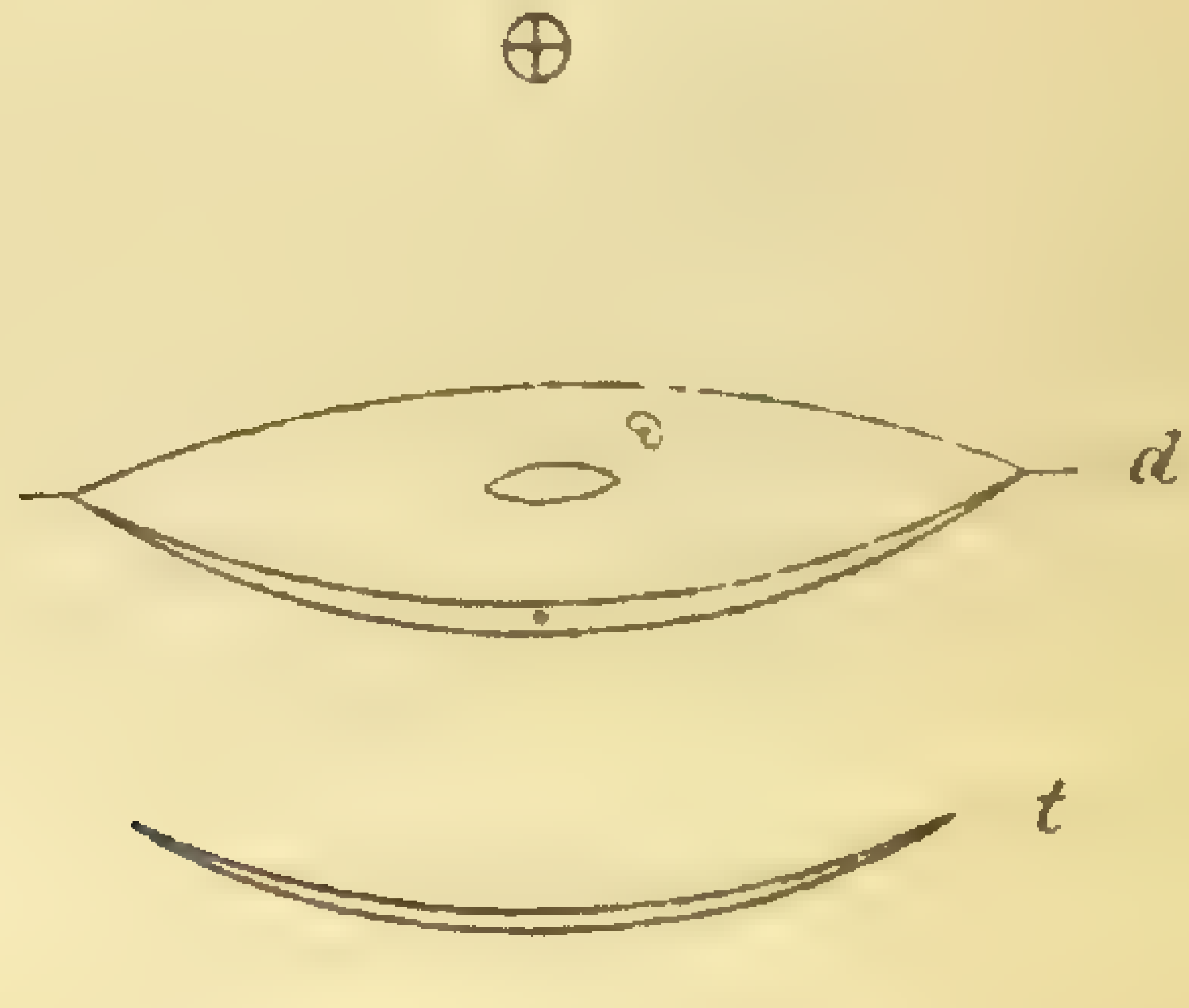
3.



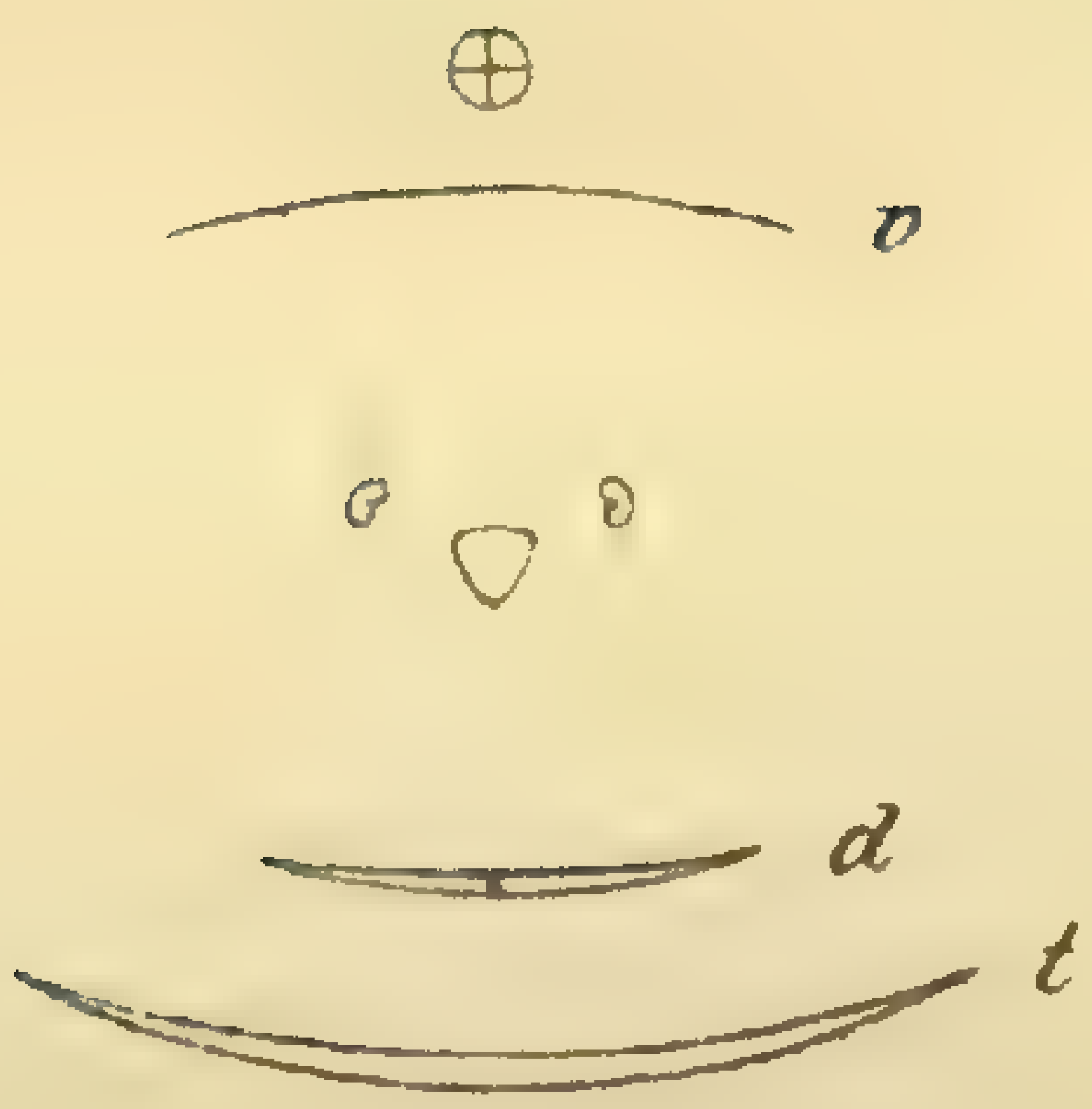
4.



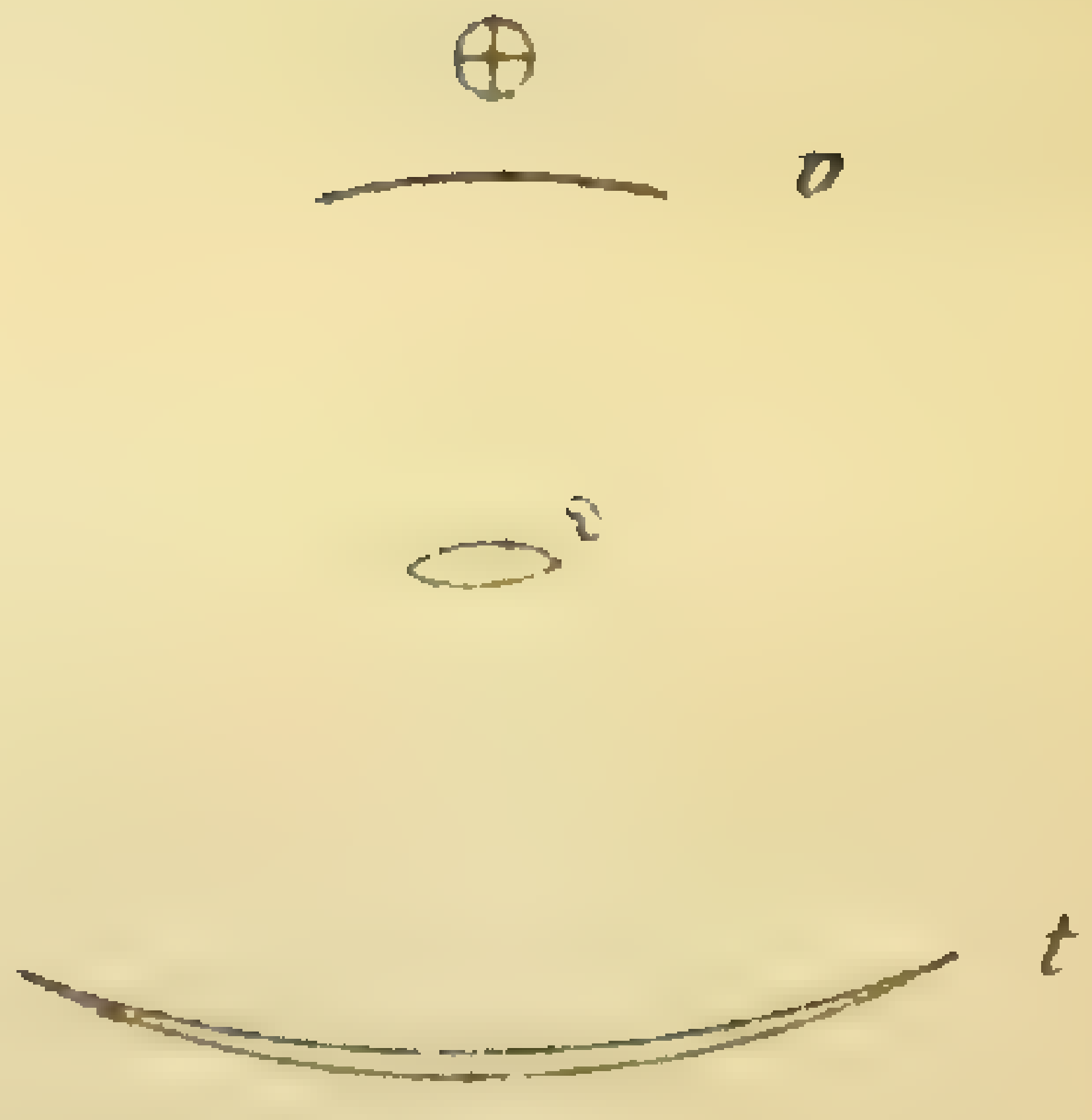
5.



6.

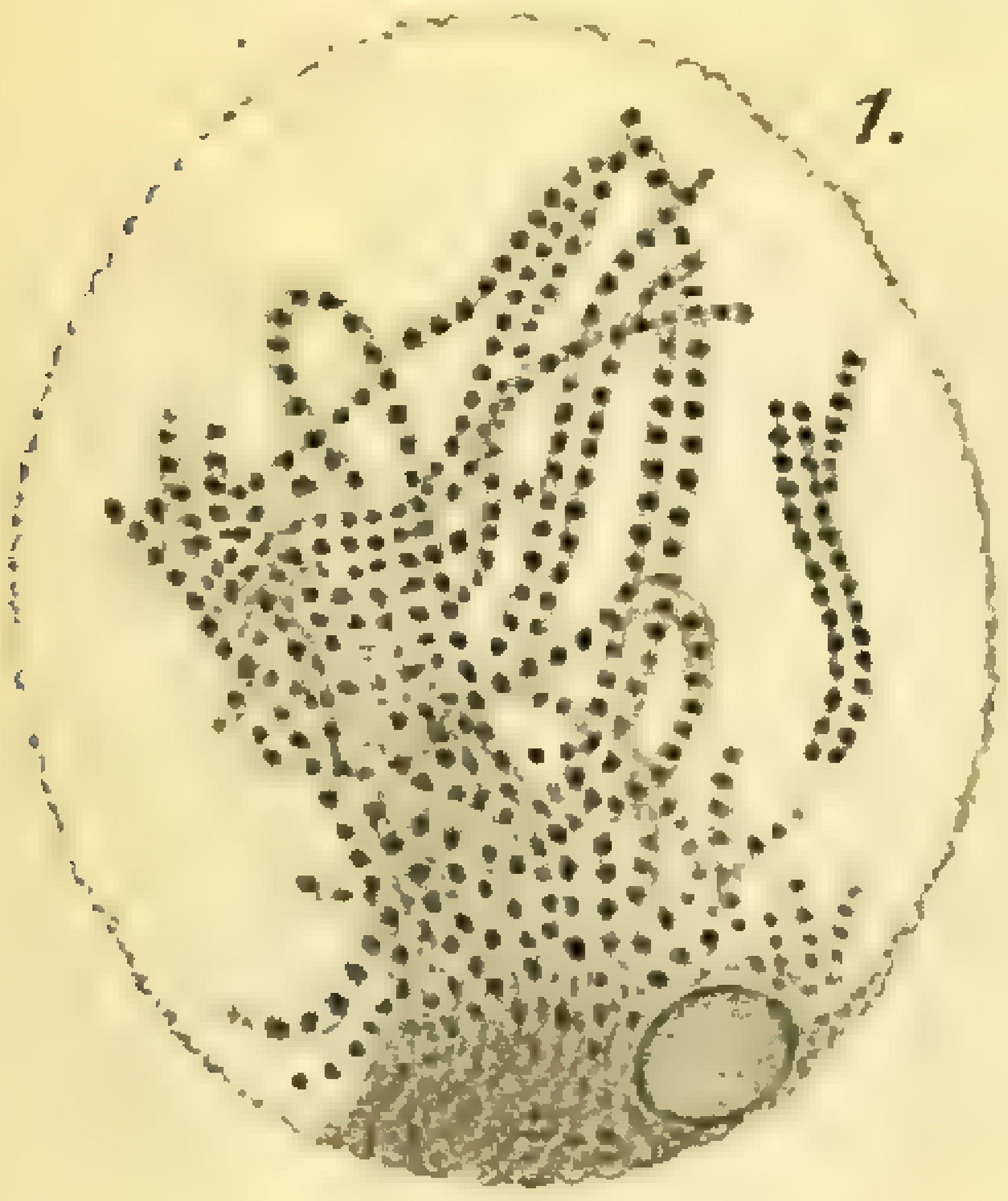


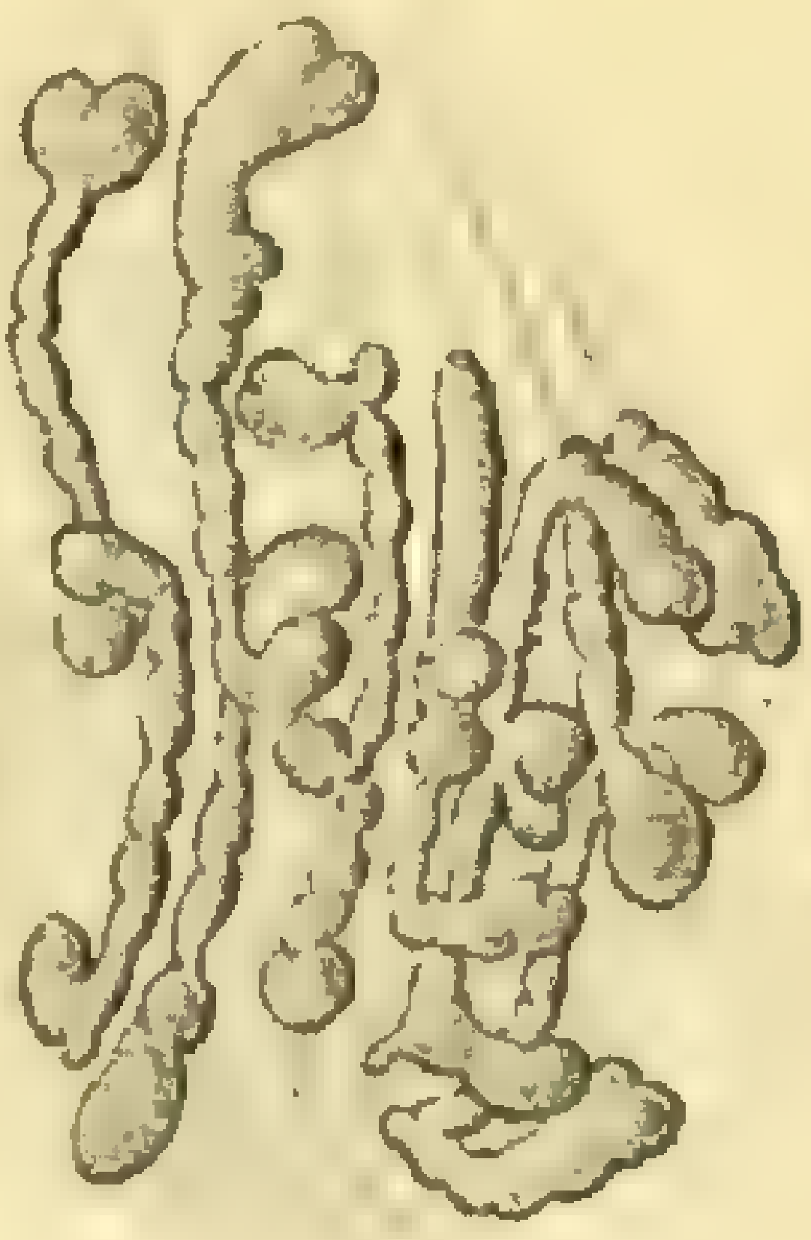
7.

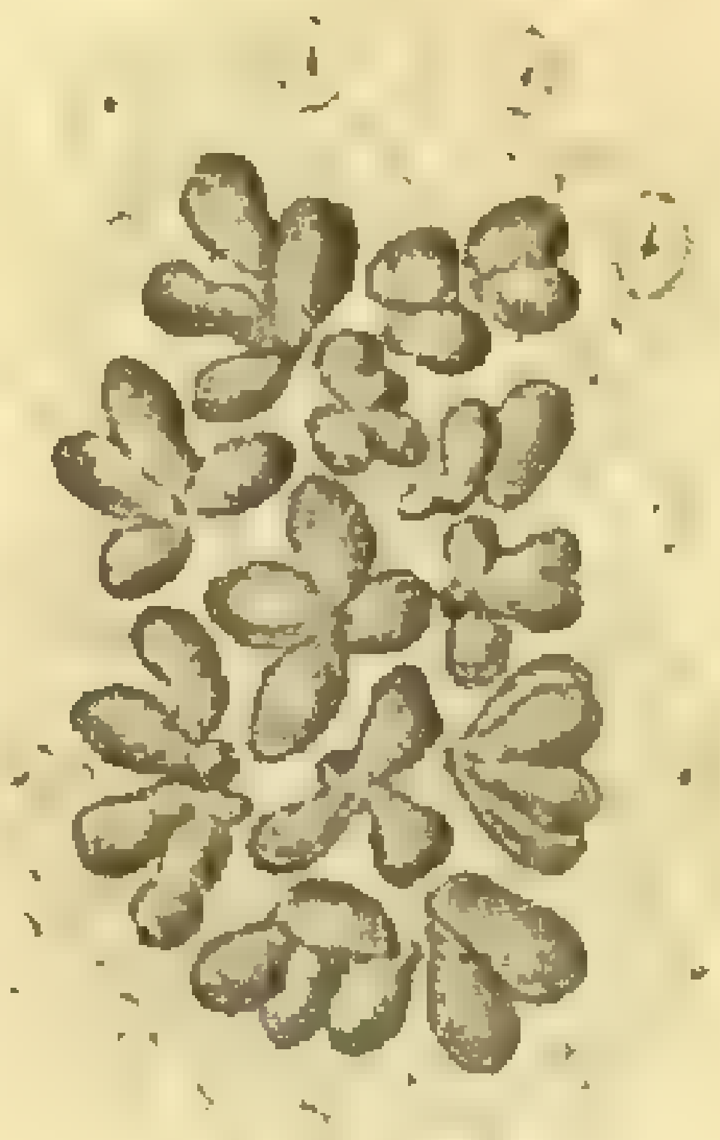


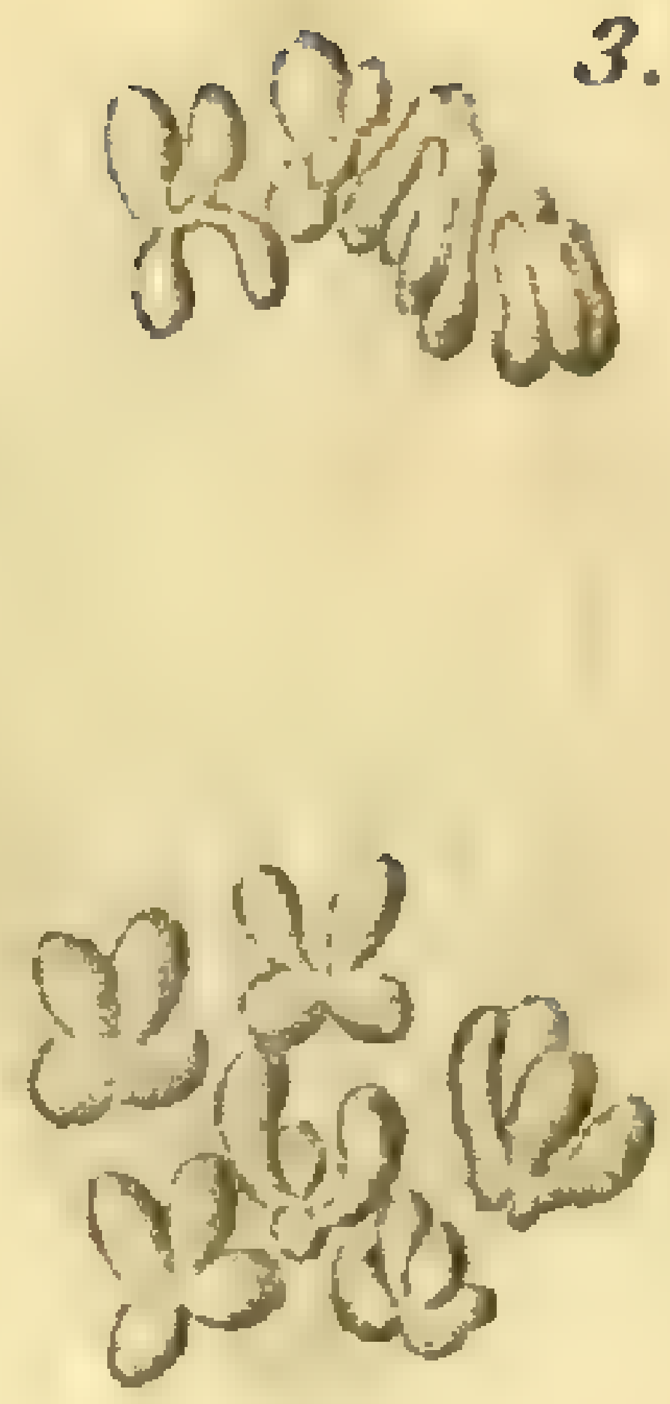
8.

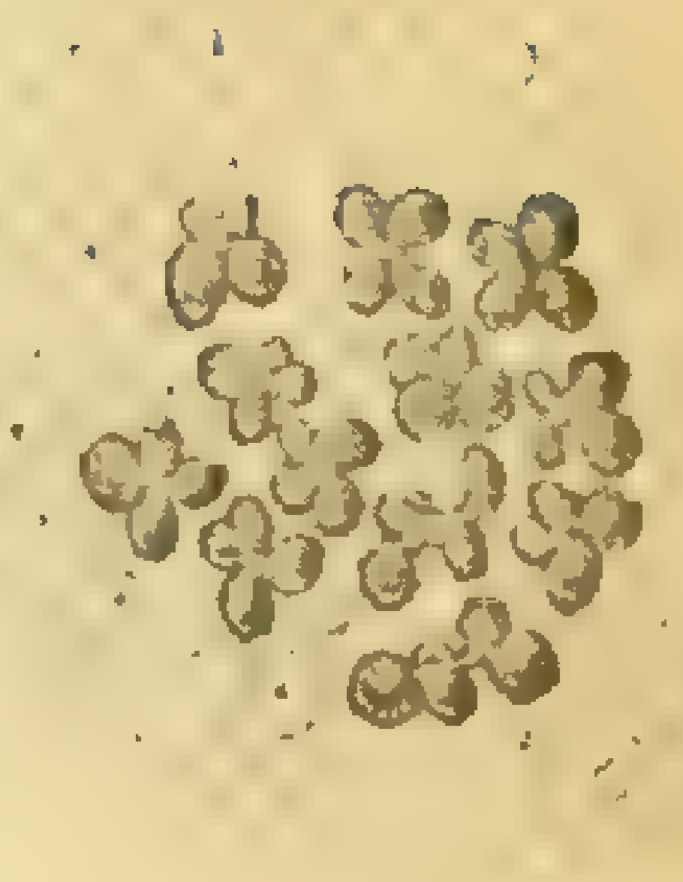
E. Palla gez. E. Laue lith.

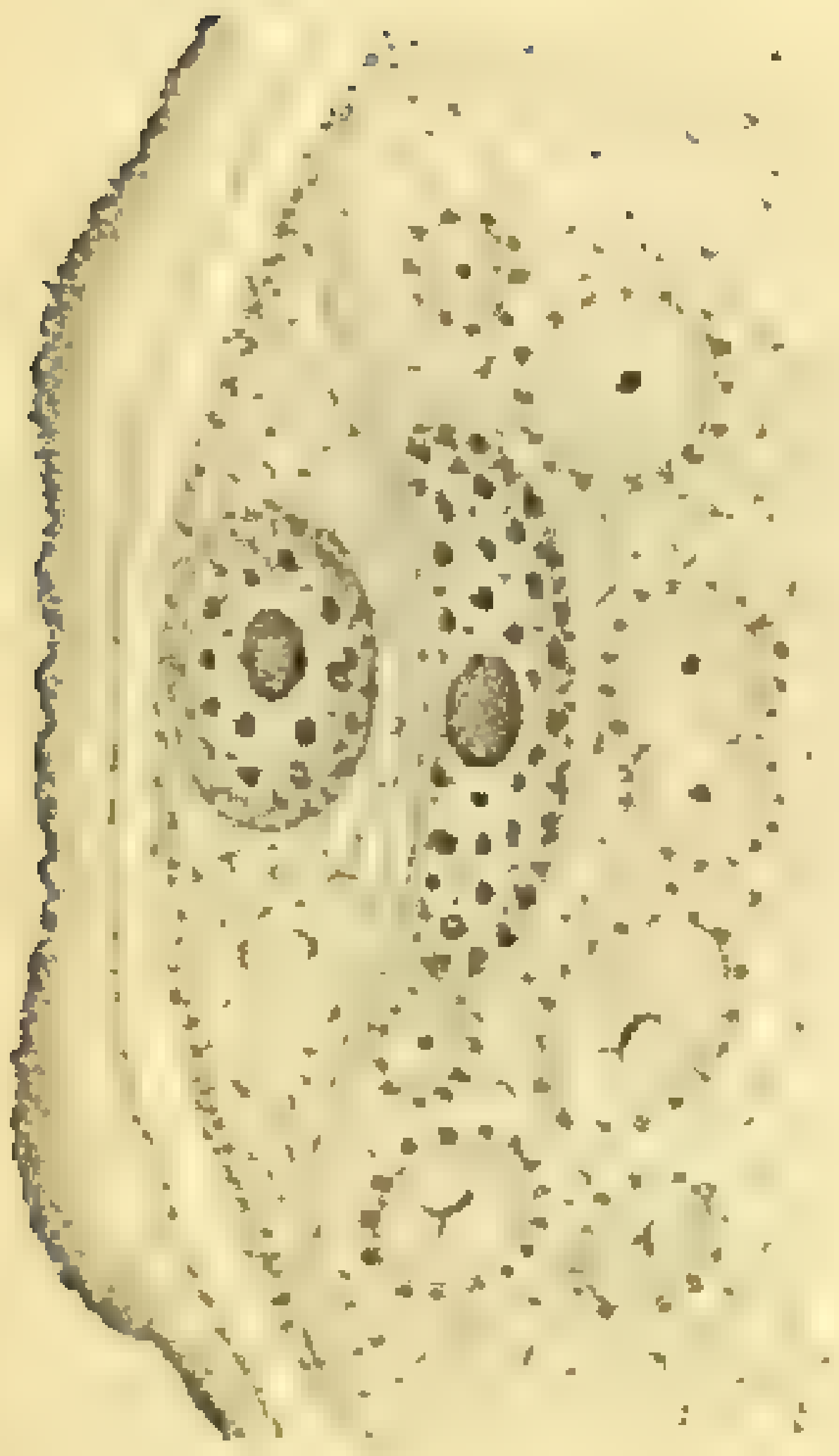

1.

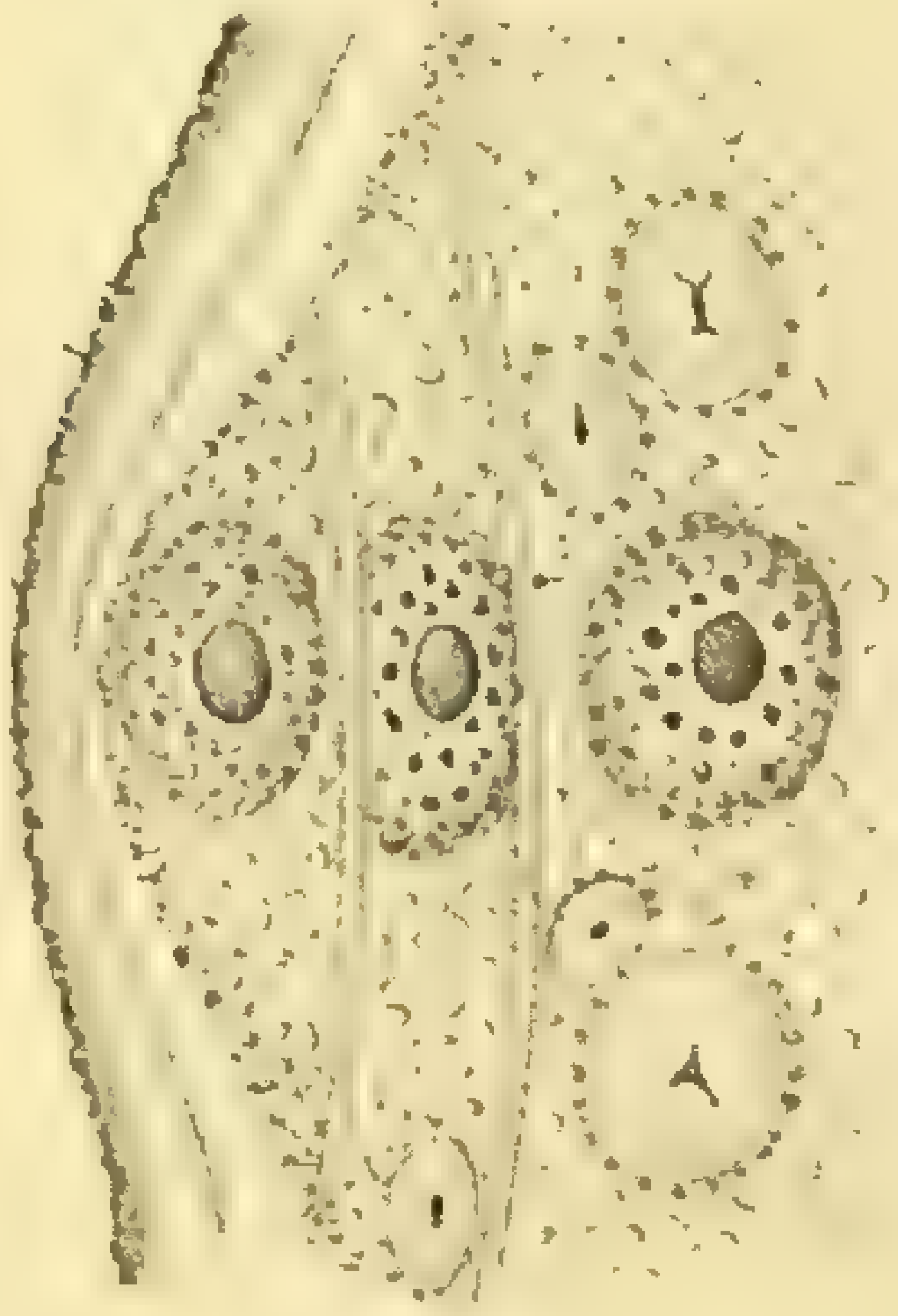

2.

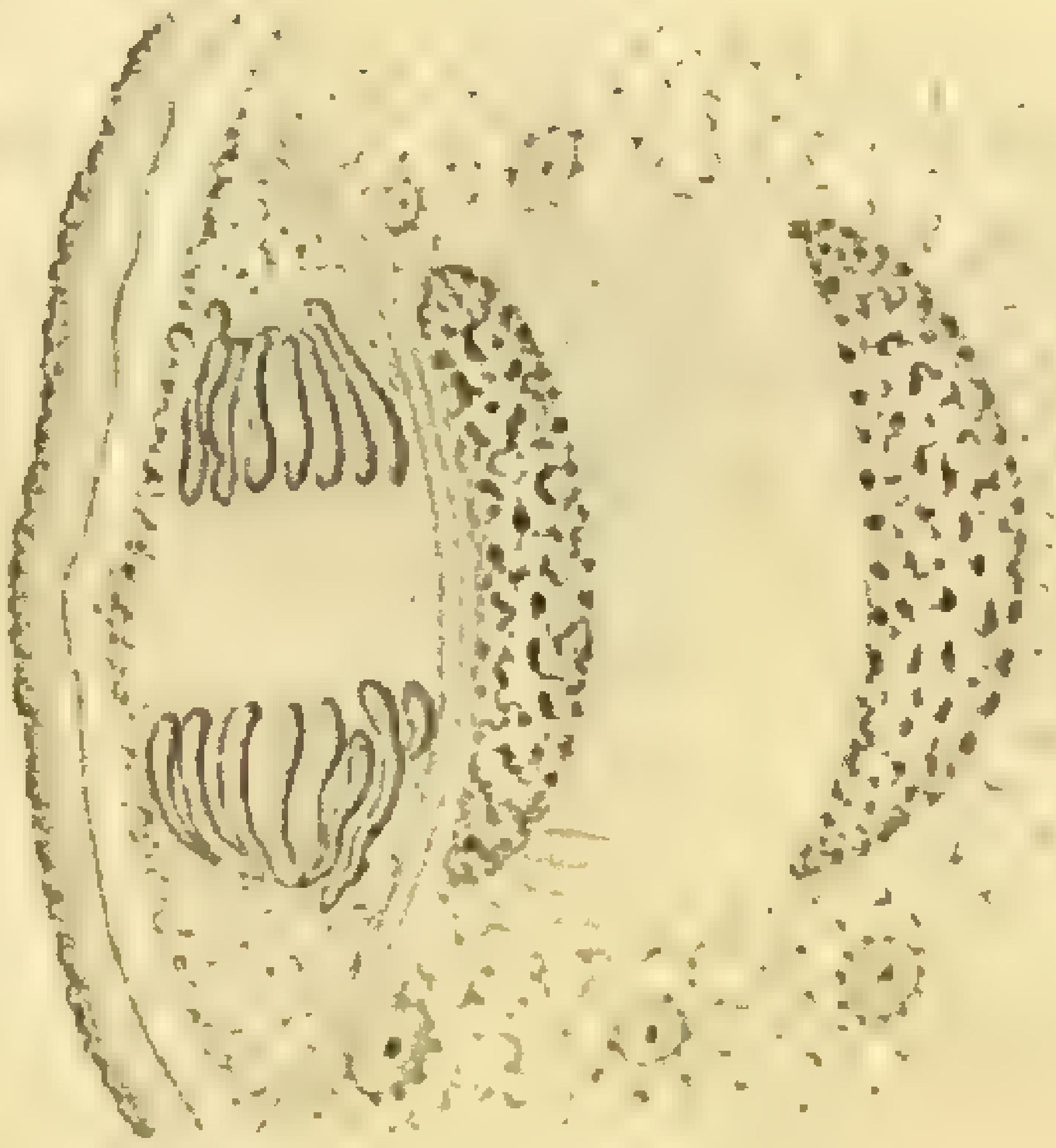

2a.

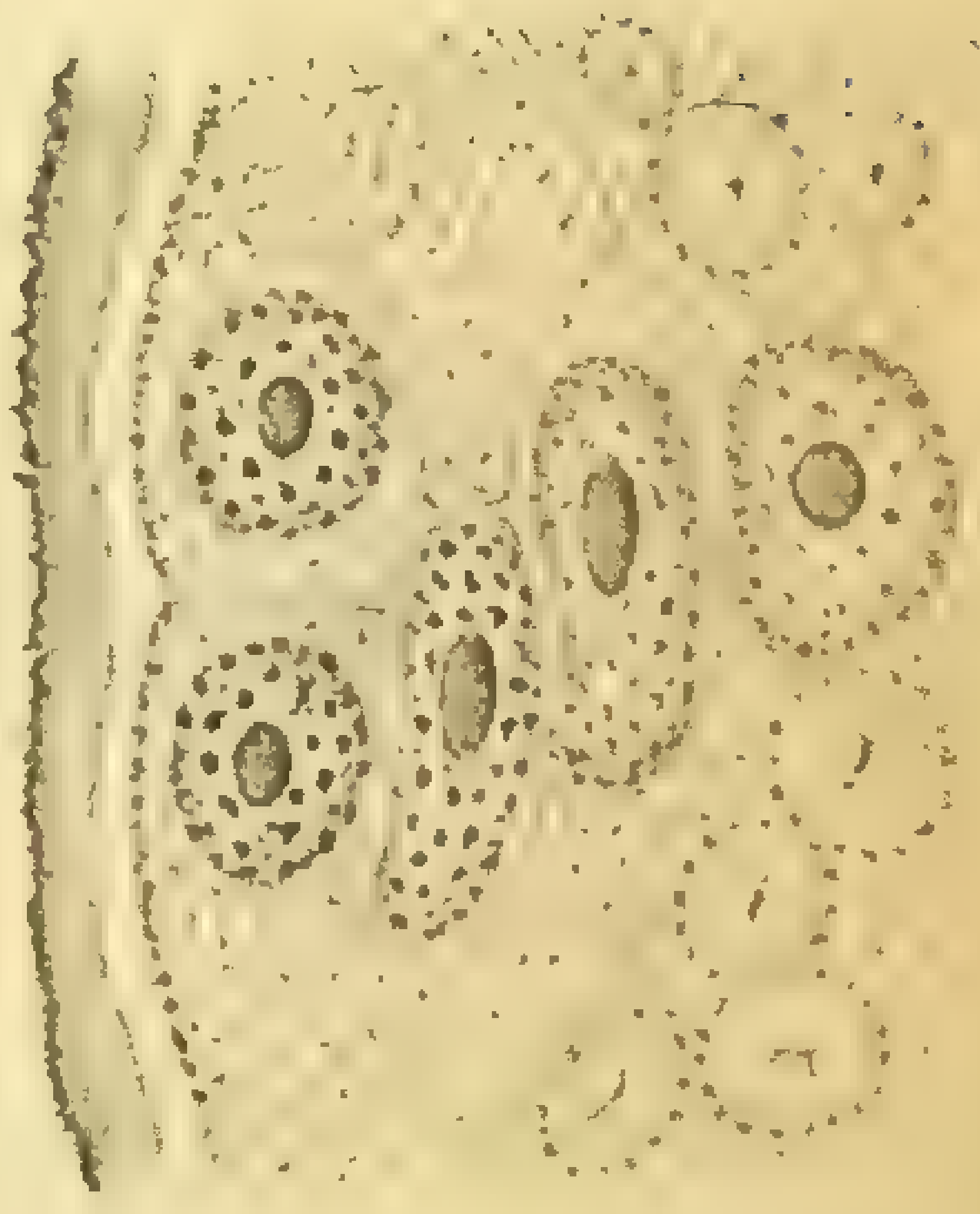

3.

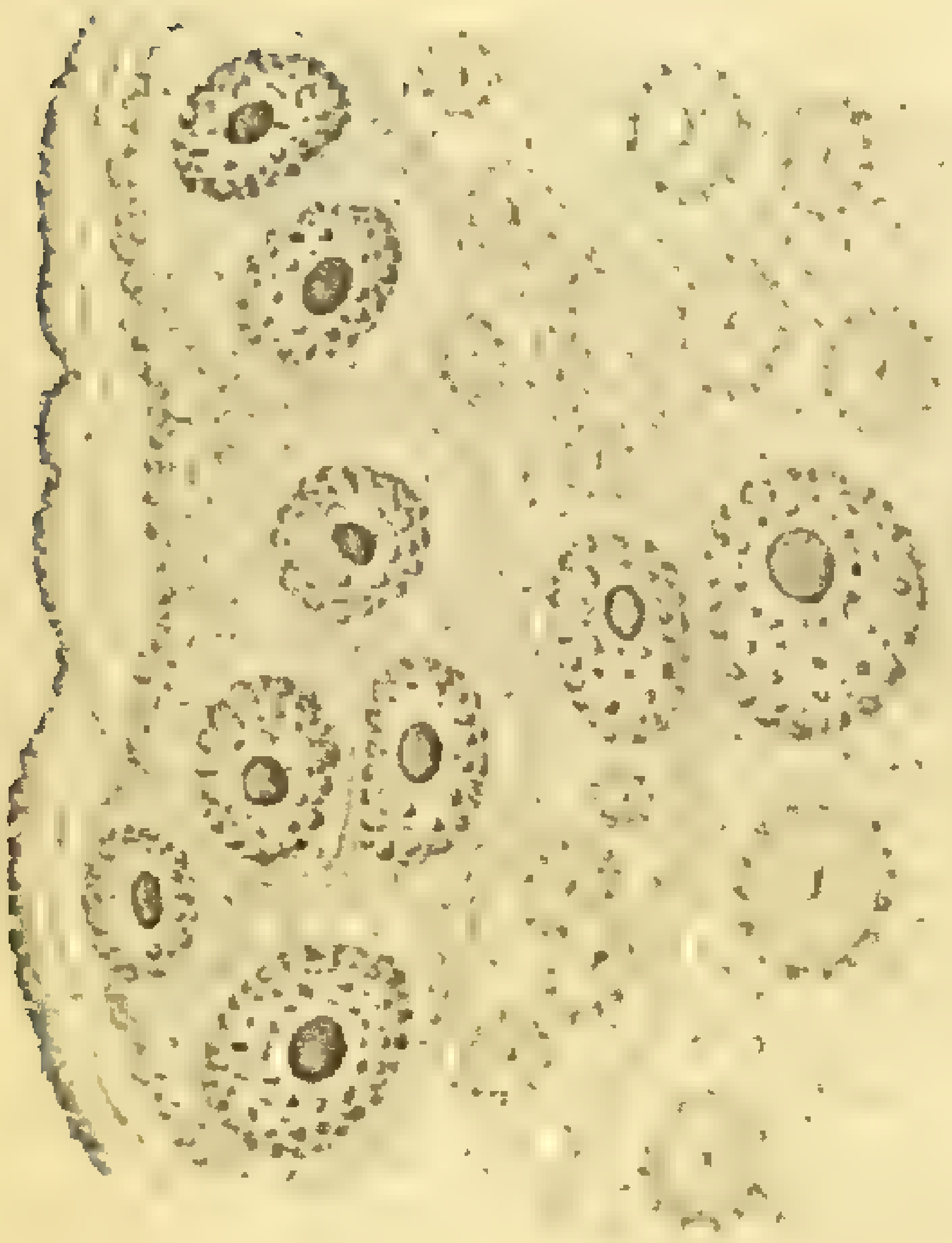

4.

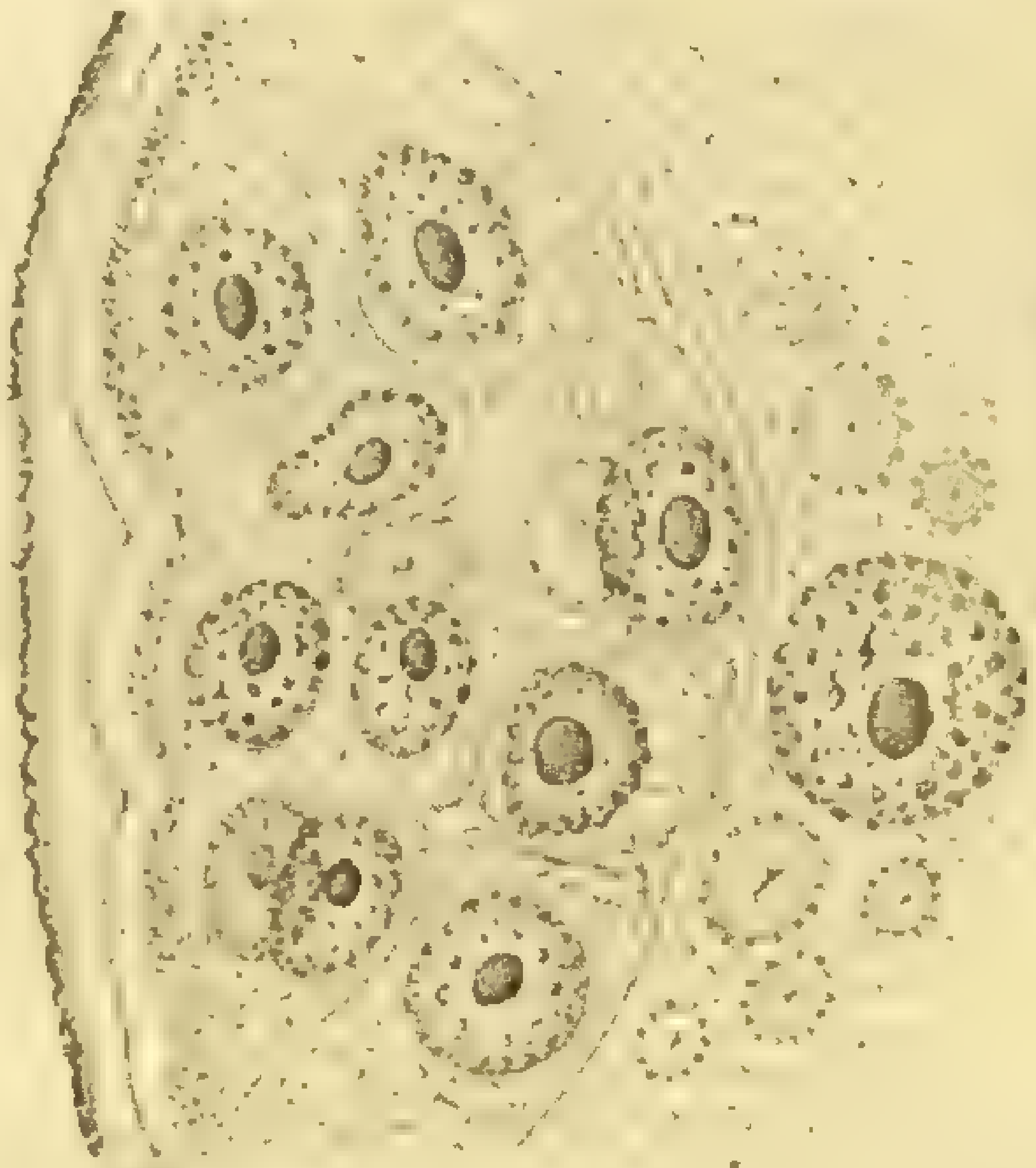

5.

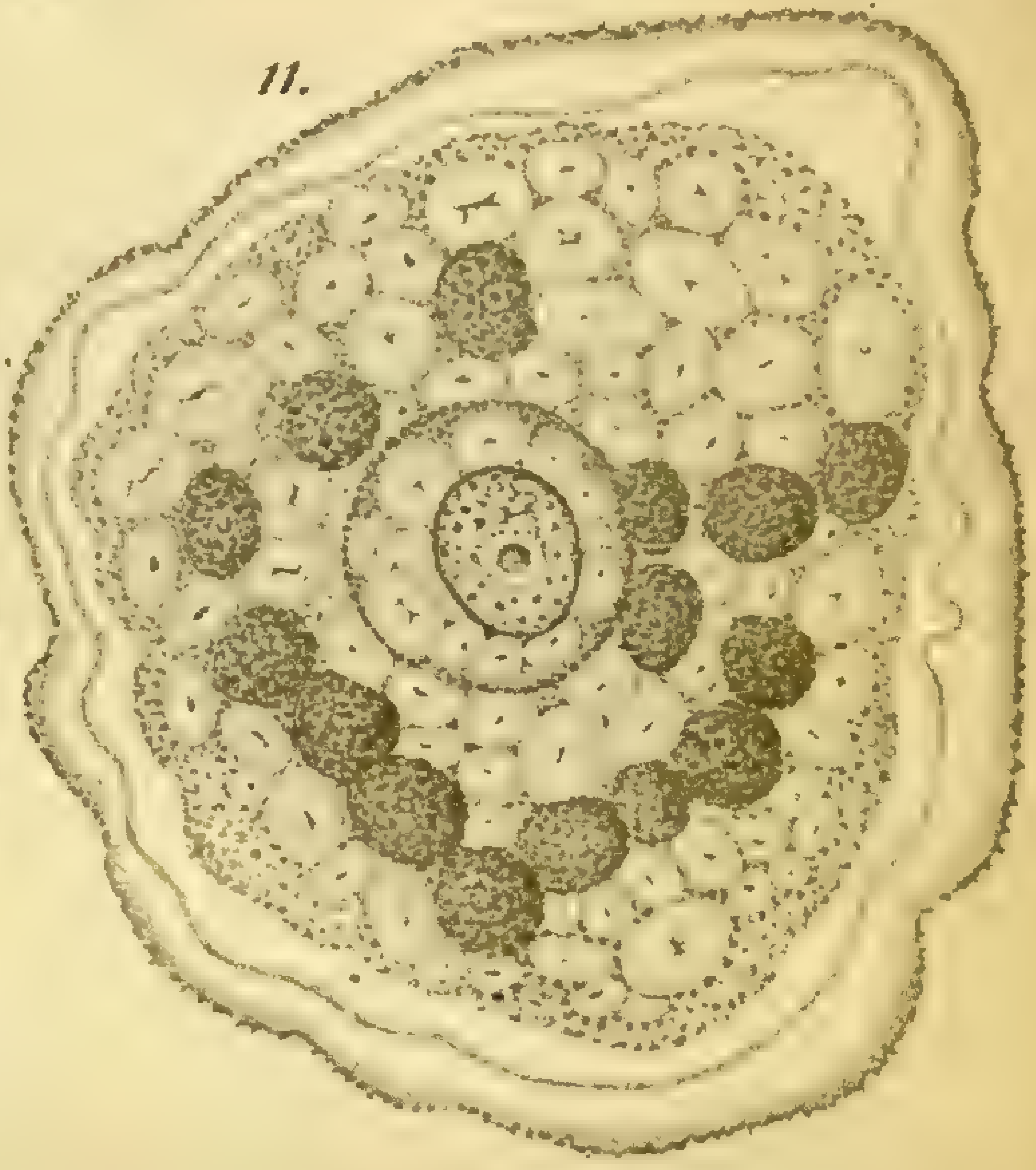

6.

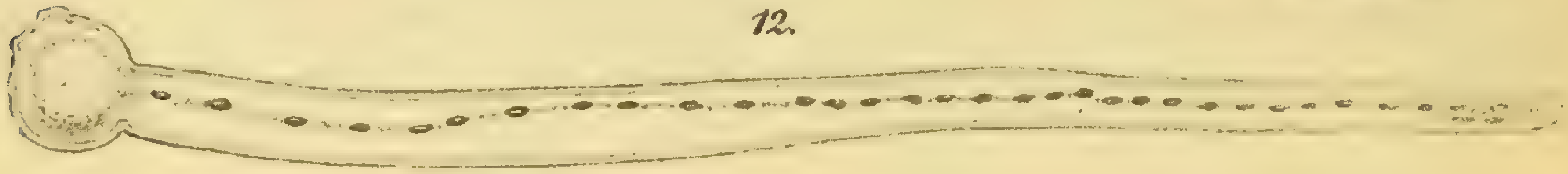

7.

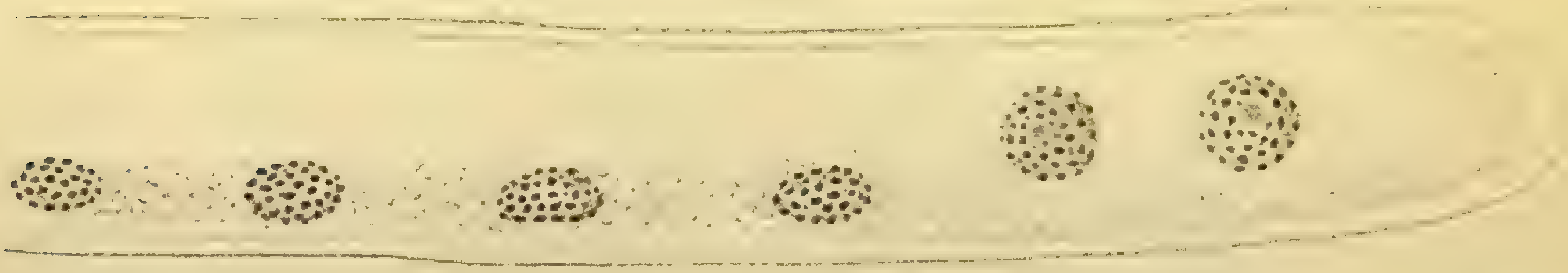

8.


9.


10.


11.


12.


13.

G. Lopriore gez. *E. Laue lith.*

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

◆

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauer Strasse 29

Neueste Erscheinungen.

Die Gefährdung der Naturdenkmäler und Vorschläge zu ihrer Erhaltung.

Denkschrift dem Herrn Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medizinal-Angelegenheiten überreicht von **H. Conwentz.** Dritte Auflage. Eleg. in Leinen gebunden 2 Mk.

Kaum ein halbes Jahr nach Erscheinen der beiden ersten sehr hohen Auflagen wurde die Herstellung einer neuen Auflage notwendig; gewiss ein eindrucksvolles Zeichen für die Bedeutung dieser Denkschrift und für den Anklang, den die durch den Verfasser vertretenen Ideen in weiten Kreisen gefunden haben und noch finden. Man muss die Ausführungen von Conwentz lesen, um zu erfahren, welche Gefahr unserer Natur droht und wie nur schleunige Massnahmen zu retten vermögen, was noch zu retten ist.

Forstbotanisches Merkbuch.

Nachweis der beachtenswerten und zu schützenden urwüchsigen Sträucher, Bäume und Bestände im Königreich Preussen. Herausgegeben auf Veranlassung des Ministers für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

II: Provinz Pommern. Mit 27 Abbildungen. Gebunden 2 Mk. 80 Pfg.

III: Provinz Hessen-Nassau. Mit 26 Abbildungen. Gebunden 3 Mk. 60 Pfg.

Je mehr das ursprüngliche Landschaftsbild sich unter den prosaischen Nützlichkeitsanforderungen des modernen Erwerbs- und Verkehrslebens verflaut und uniformiert, um so berechtigter ist das ideelle Bestreben, die noch verschont gebliebenen Denkmäler der Natur zu registrieren, um sie nach Möglichkeit zu schützen. Anregungen folgend hat das preussische landwirtschaftliche Ministerium die Sammlung und Sichtung der beachtenswerten Baumriesen, Individuen aussterbender Pflanzengattungen usw. veranlasst. So enthalten die „Forstbotanischen Merkbücher“ nicht nur viel Material von sozusagen Liebhaberwert für den Natur- und Forstfreund im besonderen, sondern auch manchen wertvollen Beitrag in floristischer Hinsicht und zur Urgeschichte des Waldes. — Die Bände sind sauber ausgestattet und in kleinem Format gehalten, um sie bequem auf Wanderungen mitführen zu können.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 8.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

✓

HEFT 8.

MIT TAFEL XVI—XVIII.

AUSGEGEBEN AM 22. NOVEMBER 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 8.

Seite

Sitzung vom 27. Oktober 1905 347

Mitteilungen:

50. Arthur Meyer: Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. (Mit Tafel XVI) 349
51. E. Zacharias: Über Statolithen bei Chara 358
52. Hugo Fischer: Zur Verteilungsfrage 361
53. N. Moisescu: Kleine Mitteilung über die Anwendung des horizontalen Mikroskopes zur Bestimmung der Reaktionszeit 364
54. Friedrich Hildebrand: Einige biologische Beobachtungen 367
55. W. Wächter: Chemonastische Bewegungen der Blätter von Callisia repens. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung) 379
56. Hugo de Vries: Über die Dauer der Mutationsperiode bei Oenothera Lamarckiana 382
57. Gustav Leiblinger: Über interstitienartige Strukturen in der pflanzlichen Epidermis. (Mit Tafel XVII) 387
58. O. Treboux: Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte 397
59. F. C von Faber: Über die Büschelkrankheit der Pennisetum-Hirse. (Vorläufige Mitteilung) 401
60. Max Koernicke: Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. (Mit Tafel XVIII) 404
61. F. W. T. Hunger: Neue Theorie zur Ätiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks 415

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 24. November 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 27. Oktober 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Kamberský, Dr. **O.**, Vorstand der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Samenkontroll-Station in **Troppau** (durch O. APPEL und I. URBAN),

Ladurner, Arthur, in **Meran** (durch S. SCHWENDENER und CARL MÜLLER),

Leiblinger, Dr. phil. **Gustav**, Volontärbeamter an der k. k. Universitätsbibliothek in **Czernowitz** (Bukowina), Priestergasse 5 (durch L. KNY und W. MAGNUS),

Porsch, Dr., in **Wien** (durch R. VON WETTSTEIN und G. HABERLANDT),

Steiner, **Rudolf**, Lehramtskandidat in **Prag**, königliche Weinberge, Buchmajorgasse 1299 (durch H. MOLISCH und A. NESTLER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Müller, Dr. **Rudolf** in **Graz**,
Fynn, Dr. phil. **Enrique** in **Buenos Aires**.

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem am 1. August d. J. erfolgten Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Herrn

Dr. **Léo Errera**,

Professor der Botanik an der Universität Brüssel. Um das Andenken des Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Am 23. Oktober d. J. vollendete unser ordentliches Mitglied, der Wirkliche Geheime Rat Herr Professor Dr. JULIUS KÜHN, Direktor des Landwirtschaftlichen Institutes der Universität Halle a. S., sein 80. Lebensjahr. Aus diesem Anlasse hat ihm der Vorstand unserer Gesellschaft folgendes Glückwunschschreiben übersandt:

Berlin, den 17. Oktober 1905.

Ew. Exzellenz

beehrt sich die Deutsche Botanische Gesellschaft, welche stolz darauf ist, Sie seit ihrer Begründung zu ihren Mitgliedern zu zählen, zur Vollendung des 80. Lebensjahres die wärmsten Glückwünsche auszusprechen.

Es steht uns nicht zu, Ihre grossen und vielseitigen Verdienste um die Landwirtschaft zu rühmen, welche in Ihnen ihren Altmeister verehrt. Das aber dürfen wir hervorheben, dass die erste von Ihnen im Jahre 1858 veröffentlichte, zusammenfassende Darstellung der Pflanzenkrankheiten die Entwicklung dieses Teiles der botanischen Wissenschaft mächtig gefördert hat. „Ich habe gegeben, was ich zu geben vermochte — Gott segne es.“ Das waren die Worte, mit denen Sie Ihr Buch begleiteten — Gott hat es gesegnet! Sie dürfen heute befriedigt auf den Erfolg der Anregungen zurückblicken, welche Sie dem Studium der Phytopathologie und ihrer Anwendung zum Schutze der Kulturpflanzen gegeben haben.

Möge Ihnen ein langer Lebensabend durch das Bewusstsein verschönt werden, dass der von Ihnen ausgestreute Samen tausendfältige Früchte getragen hat.

Der Vorstand der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident.

Die in Berlin ansässigen ordentlichen Mitglieder sind in herkömmlicher Weise mit dem Bemerken zu der Sitzung eingeladen worden, dass in derselben die Wahlen der Vorsitzenden, der Schriftführer, der Redaktionskommission und des Schatzmeisters für das Jahr 1806 stattzufinden haben. Auf Vorschlag des Präsidenten, Herrn SCHWENDENER, wurde von einer Zettelabstimmung Abstand genommen und von dem Vorsitzenden, Herrn KNY, die Wahlabgabe durch Handerheben der Stimmberechtigten angeordnet. Es wurden durchweg einstimmig gewählt:

Herr ENGLER zum ersten Vorsitzenden,
„ KNY zum ersten Stellvertreter desselben,
„ WITTMACK zum zweiten Stellvertreter,
„ REINHARDT zum ersten Schriftführer,
„ KOEHNE zum zweiten „
„ LINDAU zum dritten „
„ OTTO MÜLLER zum Schatzmeister,
„ ASCHERSON
„ GILG
„ KOLKWITZ } zu Mitgliedern der Redaktionskommission.

Die Sekretariatsgeschäfte wird Herr CARL MÜLLER fortführen.

Nach der Erledigung der Wahlen berichtete Herr CARL MÜLLER in Kürze über den Verlauf der in Meran abgehaltenen Generalversammlung. Da dieselbe nur von 13 ordentlichen Mitgliedern besucht war, so konnten die satzungsgemäss dieser Versammlung zustehenden Wahlen des Präsidenten und seines Stellvertreters, sowie des Ausschusses nicht vollzogen werden. Es erfolgt nunmehr die Wahl des Präsidenten und seines Stellvertreters auf schriftlichem Wege. Die Mitglieder des Ausschusses werden gebeten, ihr Amt ohne weiteres für das kommende Geschäftsjahr beizubehalten. Die übrigen der Generalversammlung obliegenden Geschäfte fanden ordnungsgemäss ihre Erledigung. Als Ort der nächsten Generalversammlung wurde Marburg in Hessen festgesetzt. Die Versammlung wird dort in der Pfingstwoche abgehalten werden.

Eine ausführlichere Darstellung der Verhandlungen wird durch den Sonderbericht im Generalversammlungs-Heft gegeben werden.

Mitteilungen.

50. Arthur Meyer: Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien.

Mit Tafel XVI.

Eingegangen am 26. August 1905.

Unter Plasmoptyse versteht ALFRED FISCHER in Basel den Vorgang des Austrittes von Protoplasma aus der Bakterienzelle, der Abrundung der ausgetretenen Plasmamassen und deren Umhüllung mit einer Membran. Die Plasmoptyse ist nicht nur in den „Vorlesungen über Bakterien“ von FISCHER (1903) beschrieben, sondern auch schon in Hand- und Lehrbücher übergegangen, wie z. B. in LAFAR's Handbuch (1904), STRASBURGER's Botanisches Practicum (1902, S. 402), KOLLE und WASSERMANN's Handbuch (1903, I, S. 56). Da ich mich noch fortgesetzt mit einer monographischen Bearbeitung der Bakterienmorphologie beschäftige, musste ich mir den interessanten Vorgang der Plasmoptyse selbst ansehen. Leider muss ich nun in dem Folgenden zeigen, dass die „Plasmoptyse“ nur ein Kind der Phantasie FISCHER's ist. Wir werden jedoch sehen, dass die Erscheinung, welche FISCHER als Plasmoptyse auffasste, ein sehr interessanter Vorgang bleibt.

FISCHER teilt zuerst 1900 (S. 7) über diesen Gegenstand mit, dass eine ganze Reihe von Bakterien (z. B. *Bacillus anthracis*, *B. pyocyaneus*, *B. fluorescens liquefaciens*, *Spirillum undula*, *Bacillus subtilis*), nachdem sie vorerst auf salzarmem Agar kultiviert, dann erst in 0,75prozentige Kochsalzlösung gebracht waren, nach weiterem Übertragen in 2- oder 2,5prozentige Kochsalzlösung innerhalb der ersten Stunde „körnig“ zerfallen, oder, wie er es nennt, „dass Plasmoptyse eintritt“. Für *Bacillus anthracis* beschreibt er den Versuch folgendermassen: „Einfach und ohne auffällige Veränderungen verläuft der Versuch mit *Bacillus anthracis* (Taf. XVI, Fig. 14—16), da er weder in der Aufschwemmung in 0,75 pCt. NaCl, noch in 2 pCt. NaCl plasmolysiert wird. Die jungen sporenfreien Stäbchen und Ketten verändern ihr Aussehen nicht, abgesehen davon, dass sie in 2 pCt. NaCl zuweilen, aber nicht alle und regelmässig, etwas dicker erscheinen, leicht aufgetrieben durch den gesteigerten osmotischen Druck im Innern. Sowohl am Rande des hängenden Tropfens, als überall in seinem Innern beginnt nach 20—30 Minuten etwa, zuweilen schon rascher, die Plasmoptyse. Zuerst erscheinen an den Stäbchen — an jeder Zelle nicht mehr wie eine — winzige, glänzende Kügelchen, die langsam durch Quellung sich vergrössern (Taf. XVI, Fig. 14—16). Nach 20—60 Minuten finden sich in den Hängetropfen von 2 pCt. NaCl grosse Mengen solcher Kugeln, die sich zumeist von den Zellen, aus denen sie stammen, abgelöst haben und nun, molekular zitternd und wankend, frei in der Flüssigkeit schweben. Es sieht so aus, als ob grosse Mengen von Bakterien in solche Kugeln zerfallen wären. Wenn die Erscheinung ihr Maximum erreicht hat, dann tragen etwa 50 pCt. der Stäbchen Kugeln, die übrigen sind frei davon.“ S. 23 sagt er: „Es mag wohl als das Einfachste erscheinen, auch die bei Bakterien beschriebenen Vorgänge als Platzen der Zellwand und Ausfliessen oder Hervorschleudern des Protoplasmas aufzufassen. Wenn trotzdem ein besonderer Name, Plasmoptyse, für diese Erscheinung vorgeschlagen wurde, so hat das seinen guten Grund, weil aus allen geisseltragenden Bakterien das Protoplasma hervorgetrieben werden kann, ohne dass die Membran gewaltsam zersprengt wird. Schon oben wurde darauf hingewiesen, dass der Choleravibrio fast ausnahmslos an einem Ende die Protoplasmakugeln ausscheidet (Taf. XVI, Fig. 1—3). Wenn auch durch gefärbte Präparate noch nicht festgestellt werden konnte, dass immer am geisseltragenden Ende das Plasma hervorquillt, so ist das doch höchst wahrscheinlich.“

Auf die Arbeit FISCHER's, aus welcher diese Zitate stammen, kann ich kritisch nicht eingehen, da FISCHER sie zu berichtigen verspricht. In seinen „Vorlesungen über Bakterien“ (1903) sagt er nämlich S. 31, Anmerkung 8: „Die Darstellung im Texte weicht in vielen Punkten von dem ab, was ich früher (1900) gesagt habe. Besonders wird man eine Beschreibung der Plasmoptyse an dieser Stelle vermissen. Ich benutze gern die Gelegenheit, bereits hier, auf eine später zu veröffentlichende Arbeit verweisend, hervorzuheben, dass sich einige Irrtümer in meine frühere Arbeit eingeschlichen haben, die zum Teil auf einem ungeahnten Einfluss der Deckgläser beruhen.“ Und S. 54, Anm. 5 sagt er: „Die jetzt gegebene Erklärung der Plasmoptyse beruht auf neuen eigenen Untersuchungen und ist frei von einigen Verstössen gegen die Theorie der Osmose[1]), die ich in der zitierten Arbeit mir zu Schulden kommen liess. Nach den dort gegebenen Vorschriften ist es nicht möglich, im Hängetropfen Plasmoptyse bei allen beliebigen Bakterien hervorzurufen.“

Dass der Vorgang der Plasmoptyse aber bei den Bakterien vorkomme, daran hält FISCHER doch fest, wie aus folgender Stelle aus dessen Vorlesungen (1903, S. 48) hervorgeht:

„Eine besondere Gruppe von Involutionsformen oder ihnen sicher insofern nahe stehenden Gebilden, als sie ebenfalls dem Kampfe ums Dasein in der Kultur ihre Entstehung verdanken, mag als Plasmoptyse hier sich anschliessen. Nach den Angaben der Autoren scheint auch der Pestbazillus zur Plasmoptyse zu neigen, sicher sind die Vibrionen dadurch gefährdet, so *Vibrio Finkleri*, der Choleravibrio. Auf den letzteren beziehen sich die folgenden Mitteilungen. Die Immunitätsforschung ist bei ihren Studien über die künstliche Immunität gegen Cholera auf eine Erscheinung gestossen, den sogenannten körnigen Zerfall der Vibrionen, die in der Bauchhöhle immunisierter Tiere, aber auch schon im Reagensglase durch Immunserum in Kugeln zerfallen sollen. Hierin erblickt die Medizin das sichtbare Zeichen gewisser baktericider Eigenschaften, die durch die künstliche Immunisierung gesteigert werde. Hierüber wolle man die vorletzte und letzte Vorlesung vergleichen. Jetzt handelt es sich nur um den zellmorphologischen Vorgang und um sein Äquivalent, die Plasmoptyse, die in den Cholerakulturen bald schneller, bald langsamer auftritt und schon in 24 Stunden alten, bei 32° gehaltenen Kulturen auffallend häufig sein kann. Zwischen den schlanken Vibrionen finden sich zahlreiche, genau kugelige Gebilde mit mattem Inhalte, in dem oft ein glänzendes Körnchen schärfer hervortritt (Fig. 27 *a*). Diese Plasmoptysekugeln sind in 1—2 Tage alten Kulturen zum Teil noch gut beweglich und tragen eine Geissel (Fig. 27 *d*), wie der Choleravibrio. Wie die noch schlank gebliebenen Vibrionen, sind auch die Kugeln plasmolysierbar (Fig. 27 *b*); sie haben eine besondere Zellwand und protoplasmatischen Inhalt. Fast gleichzeitig mit der Bewegung der unveränderten Vibrionen erlischt auch die der Kugeln, ebenso werden sie permeabler, und schliesslich sterben sie ab. In 2—3 Monate alter Agarkultur, die nur noch solche Kugeln enthielt, war alles tot.

---

[1]) Ich möchte bemerken, dass diese Selbstkritik sehr milde erscheint, wenn man sich diese physiologischen und andere „Verstösse“ genauer ansieht.

Verunreinigung, wird man ausrufen — aber mit Unrecht. An geeigneten Dauerpräparaten überzeugt man sich davon, dass die Kugeln nicht etwa einfach durch kugelige Aufblähung der Vibrionen entstehen, sondern dadurch, dass der Inhalt des Vibrio am geisseltragenden Ende hervorquillt und hier wie anderes aus der Hülle ausgestossenes Protoplasma (bei *Vaucheria* schon innerhalb einer Stunde) eine neue Haut abscheidet. Wird die Geissel mitgerissen, so tritt sie in den Dienst der Plasmoptysekugel.

Einen neuen Abschnitt in dem Entwicklungszyklus der Choleravibrionen darf man in der Plasmoptyse nicht erblicken wollen. Sie ist vielmehr als eine Degeneration, als ein Ausdruck des Missbehagens, des Kampfes ums Dasein unter der Ungunst der künstlichen Kulturbedingungen anzusehen. Man kann sich einstweilen den Vorgang vielleicht so vorstellen, dass Mangel an geeigneten Nährstoffen, verbunden mit gewissen Störungen des Protoplasmas, das normale Wachstum der Vibrionen nicht mehr gestattet, während die den Turgor der Zelle hervorrufenden Stoffe des Zellsaftes noch von dem für sie impermeabel gebliebenen Protoplasma in der Zelle zurückgehalten werden. Damit ist aber die mechanische Wachstumsbedingung noch gegeben und treibt nun das Protoplasma gewaltsam hervor. Ein neuer Kampf des nackten, hüllegewohnten Protoplasmas beginnt.

Es bleibt zunächst noch Sieger und scheidet eine neue Hülle ab: die Plasmoptysekugel ist fertig, erliegt aber nach einiger Zeit doch noch im Kampfe.“

Zu dieser Beschreibung gehört noch die Abbildung, welche FISCHER (1903, S. 47, Fig. 27) gibt; sie mag hier ebenfalls in Fig. 2 reproduziert sein. Die Beschreibung dazu lautet: „Fig. 27. Plasmoptyse (körniger Zerfall) der Choleravibrionen in einer 3—4 Tage alten Agarkultur bei 30°. *a* Einzelne Plasmoptysekugeln mit stark färbbaren Körnchen, gefärbt mit wässerigem Gentianaviolett. *b* Lebende, noch sich bewegende Kugeln, mit 2 pCt. Kochsalz plasmoptysiert, der Inhalt halbmondförmig kontrahiert (schwarz). *c* Verschiedene Stadien der Plasmoptyse, das Hervorquellen des Inhalts aus den Vibrionen zeigend, Gentianaviolett. *d* Nach LÖFFLER's Geisselfärbung behandelt, Geissel an den Kugeln. Die Geisseln sind in der Zeichnung etwas zu kräftig ausgefallen. Vergr. 1500.“

Um mich zuerst genau darüber zu orientieren, was FISCHER unter den Plasmoptysekugeln versteht und wie diese Gebilde aussehen, habe ich mir eine 24 Stunden bei 32° gehaltene Cholerakultur angesehen. Ich habe sie neben normalen Choleravibrionen in Fig. 1 (Taf. XVI) abgebildet. Die Kugeln besitzen in der Tat „einen matten Inhalt“, in dem ein glänzendes Körnchen oft schärfer hervortritt. Es sind den Bakteriologen gut bekannte Gebilde, über die z. B. KOLLE (KOLLE und WASSERMANN, III. Bd., 1903, S. 17) berichtet.

Die Cholerabakterien sind sehr klein¹), und ich begrüsste es deshalb, als Herr BLAU bei *Bacillus cylindricus* A. M. et Blau in meinem Institute ganz gleiche Kugeln auffand. Allerdings hat das Arbeiten mit dieser Spezies einige Schwierigkeiten, da das Temperaturoptimum des Spaltpilzes zwischen 60° und 70° lag und das Arbeiten mit dem so stark erwärmten Mikroskop manches Unangenehme mit sich brachte. Herr BLAU hat den Spaltpilz 1904 unter meiner Leitung genau untersucht und beschrieben (BLAU 1905, S. 25).

Die Bildung der Kugeln in den Kulturen dieses Spaltpilzes ist deshalb eine ungemein auffällige Erscheinung, weil man unter Umständen eine aus rein stäbchenförmigen Individuen bestehende Kolonie sich in eine wesentlich aus hefeartigen, rein kugelförmigen Individuen bestehende umwandeln sieht, ohne dass morphologische Übergänge zwischen Stäbchen und Kugeln hervortreten. Man kann dann in der Tat meinen, man habe es mit einer Verunreinigung des *Bacillus cylindricus* mit einem anderen Organismus zu tun.

Bacillus cylindricus ist eine normale *Bacillus*-Spezies mit schönen langen Geisseln an den lebhaft schwärmenden Oidien, eventuell auch Sporangien (Fig. 3, Taf. XVI). Die Oidien sind in gesund wachsenden Kulturen meist homogen aussehende Einzel- oder Doppelstäbchen (Fig. 4, Taf. XVI), die 1—2 Stunden nach der Keimung zu schwärmen beginnen. Die zylindrischen Sporangien sind 4,5—7,5 μ lang und 0,8—1,1 μ breit, mit meist endständiger Spore (Fig. 5, Taf. XVI). Von Reservestoffen lassen sich in den Oidien und Sporangien nur Glykogen (anscheinend manchmal gemischt mit etwas Jogen) nachweisen. Die Kardinalpunkte der Temperatur für das Wachstum der Oidien der Spezies liegen folgendermassen:

Minimum	zwischen	30	und	35° C.
Optimum	„	60	„	70° C.
Maximum	„	73	„	74° C.

Die Entwicklung der Kolonie verläuft beim Temperaturoptimum im Agarröhrchen auf Agar ohne Dextrose (siehe ARTHUR MEYER, S. 27) z. B. ungefähr in folgender Weise: Keimung der Sporen nach 8—9 Stunden, nach 16—18 Stunden die ersten Sporangien, deren

---

1) Die Vergrösserung der Fig. 2 (FISCHER's Fig. 27) muss höher als 1500fach sein.

Bildung nach 45 Stunden erlischt; freie Sporen nach 18—20 Stunden; bis zu Ende der Kolonieentwicklung werden Oidien neu gebildet. Wenn die ersten freien Sporen auftreten, entstehen meist die ersten Kugeln, die reichlich nach 30 Stunden vorhanden sind, weiter an Zahl zunehmen. Nach 3 Tagen fand ich ebenso viele Kugeln wie Oidien, nach 5 Tagen enthielten die Kolonien gleichviel Kugeln und Sporen, daneben nur wenige Oidien. In Kulturen, die unterhalb des Temperaturoptimums gehalten wurden, entstanden nur vereinzelte oder keine Kugeln.

Die Kugeln, welche man in solchen Kolonien findet, sind immer von verschiedener Grösse, doch findet man die grössten am reichlichsten immer in den nur 40—45 Stunden alten Kulturen; später werden grosse Kugeln selten, und es treten die kleineren und unregelmässigen in grösserer Menge hervor. Die grösseren und regelmässig kugeligen Gebilde besitzen eine relativ dicke, wie verquollen aussehende, glatte Membran, welche der kräftiger Oidien ähnlich ist. In manchen Fällen erscheinen die Kugeln homogen und stark lichtbrechend, und einmal fand ich in Kugeln, die in einer Kolonie relativ früh entstanden waren, Glykogen.

BLAU und ich fanden in einigen Kugeln Sporen. In vielen Fällen findet man wie Plasma reagierende, meist unregelmässig geformte Klumpen und Körnchen in den Kugeln. Geisselfärbungen, welche Herr BLAU mit Kugelmaterial junger Kolonien vornahm, liess Bilder, welche mit Sicherheit für das Vorkommen von Geisseln an den Kugeln sprechen, nicht erkennen. In einzelnen Fällen (Fig. 10) sassen allerdings Geisseln an den Kugeln, aber diese Geisseln konnten auch an die Kugeln geschwemmt worden sein. Wenn wir das weiter unten über die Bildung der Kugeln Gesagte berücksichtigen, so scheinen die Oidien bei der Kugelbildung die Geisseln leicht abzuwerfen. Bei dem Cholerabakterium verhält sich das vielleicht (Fig. 2*d*) anders.

Die kleineren Kugeln (Fig. 9) sind der Mehrzahl nach mit viel dünnerer Zellwand und mit schwächerem, körnigem Inhalte versehen, seltener auch ohne Inhalt (letzteres bei 7 Tage alten Kolonien beobachtet). Die kleinsten Kugeln sind meist unregelmässig konturiert, da die klumpigen Inhaltsmassen die sehr dünne Membran stellenweise herauszutreiben scheinen. Hier und da scheint auch die Membran an einzelnen Stellen zu fehlen. Dinge, welche als Formübergänge zwischen Stäbchen und Kugeln gedeutet werden konnten, z. B. eiförmige „Kugeln“, fand ich nur in äusserst seltenen Fällen. Bemerkenswert ist das vereinzelte Vorkommen von Stäbchen mit daran sitzender Kugel. Fig. 11 stellt ein solches Stäbchen vor. Das Stäbchen war plasmareich und zwischen Kugel und Stäbchen war deutlich die Querwand zu erkennen. Derartige Gebilde mögen vielleicht (?) den Abbildungen **FISCHER**'s (Fig. 2 *c*) zugrunde liegen und sind, wie wir sehen werden, wahrscheinlich aus zweizelligen Stäbchen durch Anschwellung einer Zelle entstanden.

Es frug sich nun, wie die Kugeln entstehen. Vorzüglich das Vorkommen von Sporen in den Kugeln und das Fehlen oder seltene Vorkommen von leeren Oidienmembranen oder schwächer lichtbrechenden Oidien (Fig. 12) neben den zahlreichen Kugeln liessen es mir wahrscheinlich erscheinen, dass die Kugeln durch einfache Anschwellung von Oidien (selten Sporangien), nicht durch Austritt von Plasma aus Oidien (Plasmoptyse) entständen. Da Übergänge fehlten, musste das Anschwellen sehr schnell geschehen, immerhin aber musste es bei ausdauernder Beobachtung gelingen, den Prozess der Kugelbildung zu beobachten.

Es wurde deshalb der Versuch gemacht, die Bildung der Kugeln direkt zu beobachten. Nach einer grossen Reihe von Vorversuchen wurde folgendermassen verfahren: Auf ein Deckglas wurde ein Tröpfchen einer Nährlösung aus 1 *g* Pepton, 1 *g* Fleischextrakt, 1 *g* Rohrzucker und 50 *g* Wasser gebracht und mit einer Öse voll von Oidienmaterial gebracht, welches kurz vor der Bildung von Sporenanlagen stand. Dann wurde das Deckglas über die Höhlung eines ausgeschliffenen Objektträgers gelegt und die Ränder des Deckglases mit einem bei 60° noch nicht schmelzenden Wachskitte verschlossen. Die so hergerichtete feuchte Kammer wurde dann auf den Tisch eines im Wärmeschranke konstant auf 53° C. erwärmten Mikroskopes gelegt und fortgesetzt beobachtet. Nach einer Viertelstunde begann die Kugelbildung und bei zufällig am Rande des Tropfens liegenden Stäbchen konnte ich nun in einem Falle sehen, dass ein Stäbchen, welches zur Hälfte kugelförmig angeschwollen erschien (Fig. 13 *a*), sich birnenförmig umgestaltete (*s*), dann sich zur Kugel abrundete (*g*). Der Prozess spielte sich in 15 Minuten ab. Einen ähnlichen Verlauf nahm die Anschwellung eines geraden Stäbchens zur Kugel unter meinen Augen. Mein Assistent, Herr **MAGER**, beobachtete das Objekt weiter, sah die Anschwellung von 10 Stäbchen und führte einige Zeichnungen aus. Zuerst sei an der Hand von mittels des Zeichenprismas aufgenommenen Skizzen der Verlauf des Prozesses der Anschwellung von drei Oidien beschrieben. Das Stäbchen *a* (Fig. 14) veränderte seine Form in die *b* innerhalb 5 Minuten; die Umwandlung von *b* in *c* dauerte 6 Minuten, die von *c* in *d* 2 Minuten, die von *d* in *e* ebenfalls 2 Minuten, der ganze Anschwellungsprozess also 15 Minuten. Der in Fig. 15 dargestellte Anschwellungsprozess dauerte nur 8 Minuten: *a* bis *b* = 2 Minuten; *b* bis *c* = 4 Minuten; *c* bis *d* 2 Minuten. Viel langsamer verlief die Anschwellung bei Fig. 16; sie dauerte 74 Minuten: *a* bis *b* = 22 Minuten; *b* bis *c* = 16 Minuten; *c* bis *d* = 20 Minuten; *d* bis *e* = 15 Minuten. Fig. 17 zuletzt ist ohne Zeichenprisma aufgenommen, so dass die Grössenverhältnisse der einzelnen Stadien nicht genau sind. Die Anschwellung verlief in 26 Minuten: *a* bis *b* = 3 Minuten; *b* bis *c* = 6 Minuten; *c* bis *f* = 4 Minuten; *f* bis *h* = 8 Minuten; *h* bis *k* = 5 Minuten.

Im allgemeinen verdicken sich also die zylindrischen Stäbchen zuerst etwas, schwellen dann an einer Stelle relativ stark an, so dass sie meist eine gestielte Kugel bilden, manchmal auch zwei Höcker erhalten; die Ungleichheiten verschwinden unter Herstellung der Kugelgestalt. Der Prozess wird wohl innerhalb des Kulturtropfens in kürzerer Zeit als in 8 Minuten vollendet sein, da die Verhältnisse am Rande des Tropfens wohl nicht besonders günstig liegen.

Welche Ursachen die Anschwellungen der Stäbchen bedingen, weiss ich nicht. Sicher ist die Anschwellung eine Krankheitserscheinung, die zum Tode der Oidien führt, denn es konnte bei Anwendung von reinem Kugelmateriale zur Impfung von Nähragar kein Wachstum beobachtet werden; auch habe ich nie Kugeln sich in den Objektträgerkulturen verändern sehen. Aus der Vergleichung des Aussehens der verschiedenen Kulturen möchte ich schliessen, dass die gebildeten Kugeln in der Kolonie später weiter (durch Fermente?) bearbeitet werden, schrumpfen und schliesslich zu blassen Massen und Körnchen zerfallen.

Ich habe keine besonderen Versuche zur Entscheidung der Frage angestellt, welche Umstände die Bildung der Kugeln aus den Oidien veranlassen und kann nur aus den Versuchen, welche ich zur Erzeugung von Objektträgerkulturen, in denen schnelle und reichliche Kugelbildung eintreten sollte, gemacht habe, einige unsichere Schlüsse ziehen. Sicher ist es, dass im Versuche die Verhältnisse, welche die Oidien zur Anschwellung veranlassen, nicht mit Sicherheit oder leicht hergestellt werden können. Es spielen „innere Ursachen“ in den Oidien und Kolonien darin eine grosse Rolle. Im allgemeinen macht es mir den Eindruck, wie wenn Kugelbildung nur bei relativ guter Ernährung der Oidien, genügender Sauerstoffzufuhr und günstiger Temperatur einträte, besonders ferner, wenn die gut ernährten Oidien dann durch irgendwelche Ursachen in der Kolonie oder in der Objektträgerkultur an der Sporenbildung gehindert werden. In der zuletzt angewandten Nährlösung unterbleibt unter Umständen die Sporenbildung ganz, während Kugelbildung oft ganz allgemein stattfindet. Es scheint so, als wenn gerade bei denjenigen Spezies Kugelbildung stattfinde, welche kein Fett zu speichern vermögen, wohl aber Glykogen bilden. Dann würde man annehmen können, dass schnelle Bildung von Zucker aus den Oidien eine Veranlassung zur Kugelbildung sein könnte. Die Veränderung der Membran, welche anscheinend (vielleicht durch Enzymwirkung) statthat, könnte dabei eine weitere Rolle spielen. Aber alles das sind Vermutungen, die vorläufig nur als Fingerzeige bei einer Untersuchung der Frage der Mechanik des Vorganges der schnellen Anschwellung der Oidien dienen könnten.

Literatur.

Alfred Fischer, Die Empfindlichkeit der Bakterienzelle und das baktericide Serum. Zeitschrift für Hygiene, 35. Bd., 1900, S. 1.

Alfred Fischer, Vorlesungen über Bakterien. Zweite, vermehrte Auflage. Jena, Fischer, 1903.

Lafar, Handbuch der Technischen Mykologie. 2. Auflage. Jena, Gustav Fischer, 1. Bd., 1904.

Strasburger, Das Botanische Practicum. 4. Auflage. Jena 1902.

Kolle und Wassermann, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen. 1. Bd. 1903: 3. Bd. 1905.

Oskar Blau, Über die Temperaturmaxima der Sporenkeimung und der Sporenbildung sowie die supramaximalen Tötungszeiten der Sporen der Bakterien, auch derjenigen mit hohen Temperaturminima. Dissertation der Universität Marburg, 1905 (auch Centralblatt für Bakteriologie, Abt. II, 14. Bd.).

Arthur Meyer, Praktikum der botanischen Bakterienkunde. Jena 1905.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Stäbchen (Oidien) und Kugeln des Cholerabakterium (*Microspira Comma*). Vergr. 2700.

„ 2. Abbildung aus Fischer's „Vorlesung über Bakterien“ (1903, S. 48, Fig. 27). Beschreibung im Text.

„ 3. Schwärmendes Sporangium von *Bacillus cylindricus* A. M. et Blau; nach Blau. Alle weiteren Figuren von derselben Spezies, alle 2700fach vergrössert, bis auf Fig. 13.

„ 4. *a* Oidien aus einer 16stündigen Kultur; *b* solche aus einer dreitägigen Kultur.

„ 5. *a* Sporangium aus einer 16stündigen Kultur; *b* Sporangium mit Jodjodkalium gefärbt, die grauen Binden Glykogen vorstellend.

„ 6. Sporen mit Anhängseln. Die Anhängsel finden sich häufig an den Sporen dieser Spezies und sind für sie charakteristisch.

„ 7. Kugeln aus einer 18 Stunden alten Objektträgerkultur.

„ 8. Besonders grosse Kugel aus einer 50 Stunden alten Kolonie, mit Methylenblau gefärbt.

„ 9. Gruppe kleiner Kugeln aus einer 7 Tage alten Kolonie.

„ 10. Kugeln aus Geisselpräparaten.

„ 11. Aus einem Doppelstäbchen durch Anschwellung einer Zelle hervorgegangenes Gebilde. Mit Neutralrot gefärbt.

„ 12. Abgestorbenes und schon fast plasmafreies Doppelstäbchen mit Neutralrot gefärbt; aus einer 70 Stunden alten Kolonie.

„ 13. Vorgang der Kugelbildung. Vergrösserung unbekannt.

„ 14. Ebenso. Genau mit dem Zeichenprisma bei 2700facher Vergrösserung aufgenommen.

„ 15. Wie Fig. 14.

„ 16. Wie Fig. 14.

„ 17. Wie Fig. 13.

51. E. Zacharias: Über Statolithen bei Chara.

Eingegangen am 15. September 1905.

In einer aus dem Botanischen Institut zu Bonn hervorgegangenen, mir erst vor kurzem bekannt gewordenen Arbeit[1]), welche sich mit der Statolithentheorie des Geotropismus beschäftigt, findet sich in der Zusammenfassung der Satz: „Dass die Glanzkörper in der Spitze der Wurzelhaare von *Chara* als Statolithen fungieren, ist kaum zweifelhaft."

In ähnlichem Sinne hatte sich schon früher GIESENHAGEN[2]) geäussert.

Es scheint mir nützlich zu sein, demgegenüber auf Beobachtungen hinzuweisen, welche ich vor längerer Zeit hinsichtlich des Verhaltens der Glanzkörper mitgeteilt habe. Entsprechend den neueren Beobachtungen von GIESENHAGEN und SCHRÖDER habe ich[3]) gefunden, „dass eine horizontale oder unter verschiedenen Winkeln gegen die Richtung der Schwerkraft geneigte Lagerung der Wurzelhaare verändernd auf die Lage der Glanzkörper einwirken kann. Während diese in normal abwärts wachsenden Wurzelhaaren in einiger Entfernung vom Scheitel eine Ansammlung bilden, deren Abstand von den Seitenwandungen des Haares ringsum annähernd gleich ist, liegt in mehr oder weniger genau horizontal gelagerten Wurzelhaaren, welche im Begriff sind sich abwärts zu krümmen, die Ansammlung der Glanzkörper in geringer Entfernung vom Scheitel des Haares, der Unterseite desselben derartig genähert, dass nur eine äusserst dünne Plasmaschicht sie von der Membran trennt". Weiter habe ich dann einige Beobachtungen und Folgerungen mitgeteilt, von welchen GIESENHAGEN und SCHRÖDER nicht Kenntnis genommen zu haben scheinen. Sie sind der Auffassung, welche sich die genannten Autoren von der Sachlage gebildet haben, nicht günstig.

In einer Abhandlung über Entstehung und Wachstum der Zellhaut[4]) habe ich beschrieben, wie Rhizoiden nach der Übertragung ihrer Tragknoten aus dem Kulturgefäss in reines Leitungswasser ihr Wachstum unter Bildung von Wandverdickungen an der Spitze ein-

---

1) H. SCHRÖDER, Zur Statolithentheorie des Geotropismus. Beihefte zum Botanischen Centralblatt, Bd. XVI, 1904.

2) K. GIESENHAGEN, Über innere Vorgänge bei der geotropischen Krümmung der Wurzeln von *Chara*. Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. XIX, 1901.

3) E. ZACHARIAS, Über das Wachstum der Zellhaut bei Wurzelhaaren. Flora 1891.

4) PRINGSHEIM's Jahrbücher XX, 1889.

stellen können. „Für zahlreiche zur Beobachtung gelangte Fälle konnte festgestellt werden, dass in denjenigen Wurzelhaaren, in deren Spitze nach dem Übertragen in Leitungswasser[1]) eine Wandverdickung angelegt wird, die Glanzkörper, welche unmittelbar nach dem Eintragen der Haare in Leitungswasser nur geringfügige Hin- und Herbewegungen zeigen, letztere alsbald erheblich beschleunigen. Die Glanzkörper rücken sodann, indem sie sich lebhaft hin- und herschieben und dabei ihre bisherige Anordnung zu einem kompakten Haufen aufgeben, zum Teil bis in die äusserste Spitze des Wurzelhaares vor. Später, nachdem die Verdickung sichtbar geworden ist, ziehen sie sich wieder mehr aus der Spitze des Haares zurück, ohne sich jedoch wieder zu einer dichten Ansammlung zu vereinigen. Fig. 15 gibt diesen Zustand nach der Fixierung durch Pikrinsäure wieder. Die Spitze des Wurzelhaares ist hier von ganz fein gerüstartig erscheinendem Plasma erfüllt, welches sich weiter rückwärts auf einen schmalen, das grobkörnige Plasma umgebenden Saum beschränkt[2]). Gleichzeitig mit dem Einrücken der Glanzkörper in die äusserste Spitze der Wurzelhaare nimmt hier, wie in einigen Fällen durch direkte Beobachtung festgestellt werden konnte, der Gehalt des Plasmas an wimmelnden Körnchen in unmittelbarer Nähe der Membran erheblich zu[3])." Auch wenn man in normaler Abwärtskrümmung begriffene Wurzelhaare horizontal auf einen Objektträger mit Leitungswasser bringt, wird die Lagerung der Glanzkörper sofort gestört. „So konnte z. B. an zahlreichen Wurzelhaaren eines Knotens, welche in der Abwärtskrümmung begriffen waren, wenige Minuten nach dem Einbringen in Leitungswasser beobachtet werden, wie die zu einer kompakten Ansammlung an der bisherigen Unterseite der Wurzelhaare vereinigten Glanzkörper sich gleichmässig im Plasma, und zwar bis in die äusserste Spitze der Wurzelhaare verteilten, worauf hier wenige Minuten später Anlagen von Verdickungsschichten der Membran sichtbar wurden[4])."

Wurzelhaare, welche unter Bildung von Wandverdickungen ihr Spitzenwachstum eingestellt haben, können in grösserer oder geringerer Entfernung von der Spitze Seitenäste bilden. Dabei „befindet sich die Ansammlung der Glanzkörper vom Beginne der Entstehung des Seitenastes an in der Spitze desselben, sowohl wenn er auf der Unterseite, als auch wenn er auf der Oberseite des horizontal gelagerten Wurzelhaares auftritt". „Da eine aktive Ortsveränderung der Glanzkörper nicht wahrscheinlich ist, so muss man auf Grund

---

1) Die Haare gelangten dabei auf Objektträger in horizontale Lage.

2) Vergl. auch E. ZACHARIAS, Über Kern- und Zelltheilung. Botan. Ztg. 1888.

3) Flora l. c., S. 476.

4) Flora l. c., S. 486

der vorstehenden Schilderungen annehmen, dass die beschriebenen Änderungen in der Lagerung der Glanzkörper durch Veränderungen im Plasma der Wurzelhaare bedingt werden.“ „Möglicherweise könnte das beobachtete Hinwandern der Glanzkörper an die Stellen, an welchen die Seitenäste entstehen, in irgendwelcher Beziehung stehen zu Veränderungen im Plasma, welche für das Flächenwachstum der betreffenden Membranstellen von Bedeutung sind. Auch bei der Lagenänderung, welche die Glanzkörper zu Beginn der normalen Abwärtskrümmung erfahren, könnten möglicherweise derartige Beziehungen obwalten.“

GIESENHAGEN und SCHRÖDER (S. 280) ist es aufgefallen, „dass die Glanzkörper nicht wie schwere Körper in einer unbewegten Vakuolenflüssigkeit sinken, sondern dass vielfach, zuweilen auch direkt der Richtung der Schwere entgegengesetzte Bewegungen und Verschiebungen stattfinden, bis schliesslich die Ruhelage an der physikalisch unteren Zellwand (bei Horizontalstellung) erreicht wird“. „Es scheint darum (sagt SCHRÖDER weiter unten) die Möglichkeit, dass uns unsichtbare Strukturen im Plasma vorhanden sind, uns viel plausibler. Die Bewegung wäre, da sie aktiv nicht gut gedacht werden kann, damit zu erklären, dass Strömungen im Plasma, wie sie NOLL für die Plasmaansammlung in der wachsenden Spitze von *Bryopsis* unzweifelhaft nachgewiesen hat, einzelne der Körperchen vorübergehend erfassen und eine Strecke mitführen. Diese Strömungen sind aber zu schwach bezw. die Unterschiede im spezifischen Gewicht zu gross, um auf die Dauer eine einseitige Lagerung zu verhindern. Es wären dann Plasmastrukturen, die der Bewegung der Körper, bei Normalstellung in geringerer, bei Inversstellung in grösserer Entfernung von der Spitze ein Ziel setzen, während bei horizontaler Stellung die Glanzkörper bis unmittelbar zur Hautschicht, dem reizperzipierenden Organ, sinken können.“

Es ist zuzugeben, dass möglicherweise die Dinge sich so verhalten könnten, wie es SCHRÖDER ausgeführt hat; wenn man aber meine oben mitgeteilten Befunde in Rechnung zieht und unter anderem bedenkt, dass in horizontal gelagerten Wurzelhaaren unter Bedingungen, welche Aufhören des Spitzenwachstums und Auftreten von Wandverdickungen veranlassen, die Glanzkörper durch Plasmabewegungen in die Spitze des Wurzelhaares befördert werden können, so erscheint es, abgesehen von sonstigen Eventualitäten, auch möglich, dass Plasmaveränderungen den Anlass geben zu der Lagenänderung, welche die Glanzkörper bei der normalen Abwärtskrümmung erfahren. Diese Lagenveränderung erfolgt nach den Beschreibungen von GIESENHAGEN und SCHRÖEER unter denselben Erscheinungen wie die von mir beobachtete Einwanderung der Glanzkörper in die Spitze der Wurzelhaare. Es ist nicht ausgeschlossen, dass Plasmaveränderungen, welche die Verlagerungen der Glanzkörper bei der Abwärtskrümmung der Wurzelhaare bedingen, für das Zustandekommen dieser Krümmung von Bedeutung sind, nicht aber die Verlagerungen der Glanzkörper an sich. Jedenfalls rechtfertigen die bekannten Tatsachen keineswegs den in SCHRÖDER's „Zusammenfassung“ enthaltenen Ausspruch: „Dass die Glanzkörper in der Spitze der Wurzelhaare von *Chara* als Statolithen fungieren, ist kaum zweifelhaft[1]).“

52. Hugo Fischer: Zur Verteilungsfrage.

Eingegangen am 23. September 1905.

Zu der interessanten Frage, die ich vor etwa Jahresfrist in diesen Heften (Jahrgang 1904, S. 484) berührt habe, weiss ich leider heut nur wenig beizubringen.

Zunächst eine Berichtigung. — In der Versuchsanstellung noch wenig geübt, dazu ganz auf mich selbst und einen sehr primitiven Apparat angewiesen, hatte ich mich durch das Zusammentreffen von Fehlerquellen täuschen lassen. Wenn ich glaubte „behaupten zu dürfen, dass sich die Experimente NATHANSOHN's auch an unbelebtem Material mit ganz ähnlichem Ergebnis wiederholen lassen“ — so haben mich doch spätere Versuche gelehrt, dass die von mir benutzte Gelatine (als Lösungsmittel in Wechselwirkung mit reinem Wasser) kein geeignetes Objekt ist. Eine Versuchsreihe, welche darin bestand, dass ich je 20 *ccm* Glukoselösung (in zwei verschiedenen Stärken) teils auf 20 *ccm* 10prozentiger Gelatine drei Tage lang einwirken liess[2]), teils mit 20 *ccm* Wasser verdünnte, ergab bei der Prüfung nach FEHLING genau gleiche Verteilung. Gleich, wenn man die 10prozentige Gelatine als dem Wasser gleichberechtigte Flüssigkeit betrachtet; wollte man nur das in der Gelatine enthaltene Wasser als an der Lösung beteiligt ansehen, so würde sich ein Verteilungsfaktor von Wasser zu Wasser = 9 : 10 ergeben.

---

[1]) Vergl. HANS FITTING, Untersuchungen über den geotropischen Reizvorgang. PRINGSH. Jahrb., 1905, Bd. XLI, S. 388 u. f. — JOST, Die Perzeption des Schwerereizes in der Pflanze. Biolog. Centralblatt 1902, Bd. XXII, S. 175.

[2]) Die Gelatine liess ich (wie für Bakterienröhrchen üblich) in grossen Reagierzylindern schräg erstarren, so dass sie bei geringer Dicke eine breite Fläche zur Diffusion darbot. Fäulnis wurde durch einen geringen Formaldehydzusatz vermieden.

Einen geringen Unterschied in der Verteilung erhielt ich mittels einer 17,58 vom Hundert enthaltenden Gelatinelösung, auf welche ich drei Tage lang eine 10prozentige Lösung von Ammonsulfat einwirken liess; in den Kontrollgefässen wurde die Salzlösung mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt. Der Salzgehalt wurde am Ende des Versuches berechnet aus dem Ammoniakgehalt, welcher nach Destillation mit Magnesiumoxyd und Auffangen in Oxalsäure titrimetrisch bestimmt wurde. Das Mittel aus je drei Bestimmungen zeigte eine Verteilung zwischen gleichen Raumteilen Gelatine und Wasser von 89 : 100. Auf das in der Gelatine enthaltene Wasser umgerechnet, würde das Verhältnis sich so stellen, dass dieses Wasser 1,08 mal so viel Salz enthalten hätte als das freie Wasser. Diese letztere Berechnung ist indessen nur für denjenigen von Wert, der noch auf dem veralteten Standpunkte verharrt, dass ein gequollenes Kolloïd aus zwei für sich selbständigen Stoffen, dem unveränderten festen Gerüst oder dergl. und freiem Wasser, das die „Interstitien“ erfüllt, bestehe.

Der gefundene Unterschied ist nicht sehr beträchtlich, aber eine Gelatinelösung ist wohl ein schlechtes Abbild vom Inhalt lebender Zellen. Mit ausgepresstem Gewebssaft hat NATHANSOHN (vgl. dessen Entgegnung, diese Berichte, Jahrgang 1904, S. 556) Resultate erhalten, bei denen der Lösungsfaktor von dem des Wassers nur wenig Verschiedenheit zeigte, während die ganzen noch lebenden Gewebsstücke eine viel ungleichere Verteilung aufwiesen — vielleicht wird diese letztere durch Stoffe beeinflusst, welche beim Verlassen der Zelle sich rasch zersetzen („absterben“). Der ausgepresste Zellinhalt ist doch wohl schon rein chemisch von dem der lebenden Zelle verschieden. Dass aber lebendes und totes Protoplasma sich gerade in ihrer Lösungsfähigkeit (z. B. für Farbstoffe!) gegensätzlich verhalten, ist ja bekannt. Es wären vielleicht unter Verwendung möglichst undenaturierter Eiweisskörper bessere Ergebnisse zu erhalten — leider war es mir anderer Arbeiten wegen nicht möglich, meine Versuche in dieser Richtung weiter zu führen.

Eine Verteilung zwischen Lösungsmitteln muss in den Zellen vorliegen, denn in der Zellphysiologie haben wir es nur mit Flüssigkeiten, also Lösungsmitteln, zu tun; es fragt sich nur, ob die Verteilung nicht noch durch andere Faktoren beeinflusst wird — etwa wie die in der Theorie parabolische Flugbahn eines Geschosses durch mitwirkende Ursachen zu einer Kurve umgestaltet wird, die keine Parabel mehr ist. Man könnte hier vielleicht an elektrische Potentialdifferenzen denken. Undurchlässigkeit der äusseren Plasmahaut oder der Vakuolenwände kann manches, aber bei weitem nicht alles erklären, so keineswegs die Ergebnisse NATHANSOHN's, an welche mein erster Aufsatz anknüpfte. Gänzlich unvorstellbar ist mir eine Membran, die nur einseitig durchlässig sein sollte, und auch das nur für bestimmte Substanzen; mit Vorrichtungen nach Art eines Klappenventils oder dergl. ist hier nicht zu rechnen.

In seiner Entgegnung sucht NATHANSOHN die Möglichkeit einer Lösungsverteilung zurückzuweisen mit dem Satz:

„Bei Berechnung auf den Wassergehalt einer Lösung weicht die Löslichkeit eines zweiten Stoffes in jener gar nicht von seiner Löslichkeit in reinem Wasser ab; die Löslichkeitsdepression ist nur eine scheinbare, bedingt dadurch, dass nicht das ganze Volum der Lösung von Wasser, sondern teilweise von indifferenten Molekülen eingenommen wird, an deren Stelle wir uns ebensogut Sandkörner oder Glasperlen denken können.“

Das mag für manche Körper zutreffen, für andere nicht. Wäre obiger Satz allgemein gültig, so dürfte keine wässerige Lösung auf Zusatz von Alkohol, keine alkoholische Lösung auf Zusatz von Wasser usw. usw. etwas von dem gelösten Stoff ausfallen lassen. Interessante Beispiele bezüglich des Rohrzuckers in Wechselwirkung mit anderen Substanzen findet man bei VON LIPPMANN, Die Chemie der Zuckerarten, 3. Aufl., 1904, auf Seite 1091 und 1134ff. zusammengestellt; daraus geht hervor, dass die Lösungsfähigkeit gegebenenfalls auch ganz bedeutend gesteigert werden kann durch die Gegenwart „indifferenter“ Stoffe. Von kolloïdaler Kieselsäure berichtet G. C. SCHMIDT (Über Adsorption, Zeitschr. für physikal. Chemie, 15. Bd., 1894, S. 62) eigene und fremde Versuchsergebnisse, nach welchen der Verteilungsfaktor zwischen Kolloïd und Wasser keineswegs darauf schliessen lässt, dass die Massenteilchen der ersteren sich „wie Sandkörner oder Glasperlen“ verhalten — während nicht anzunehmen ist, dass die selbst als Säure sehr schwache Kieselsäure mit Salzen wie Chlorkalium eine Verbindung eingehe. — Ich hatte als vergleichbar die Aussalzbarkeit der Eiweisskörper angeführt; eine der Hypothesen, die zur Erklärung dieser Eigenschaft aufgestellt sind, führt NATHANSOHN als Beweis gegen mich an — soll das wohl ein ausreichender Beweis sein?

NATHANSOHN's Entgegnung schliesst mit dem Satze:

„Recht hat FISCHER, wenn er meint, dass eine chemische Reaktion zwischen den eintretenden Stoffen und den Substanzen des Zellsaftes für den Stoffaustausch von grosser Bedeutung sein kann, indem sie gegebenenfalls zu einer Speicherung zu führen vermag. Das ist der Fall, den PFEFFER in seinen Untersuchungen über die Aufnahme der Anilinfarben behandelt hat.“

Dazu bemerke ich: Den ersten altbekannten Satz habe ich nur zitiert um des Gegensatzes willen, um zu zeigen, dass wir nach einer annehmbaren Erklärung suchen müssen für die Fälle, in welchen

Speicherung einer löslichen und diffundierbaren Verbindung (vergl. Inulin) stattfindet, ohne dass eine chemische Bindung anzunehmen ist.

Bezüglich der bekannten PFEFFER'schen Versuche wäre der Beweis noch zu erbringen, dass eine chemische Bindung und nicht ein Fall von Lösungsverteilung vorgelegen habe.

Die Mehrzahl der im normalen Stoffwechsel der Pflanzen gespeicherten Stoffe ist chemisch so indifferent, dass an eine chemische Bindung derselben kaum zu denken ist.

53. N. Moisescu: Kleine Mitteilung über die Anwendung des horizontalen Mikroskopes zur Bestimmung der Reaktionszeit.

Eingegangen am 28. September 1905.

In den letzten Zeiten ist erwiesen worden, dass die Pflanze gegen äussere physikalische und chemische Agentien viel empfindlicher ist, als man es glaubte, so dass man versucht hat, diese Empfindlichkeit auch in Zeit- und Raumeinheiten auszudrücken.

Die zwei physiologisch verschiedenen Vorgänge Perzeption und Aktion sind bei den verschiedenen Organen der Pflanze in zwei besonderen Zonen, Perzeptions- und Aktionszone, räumlich getrennt von einer mehr oder minder langen Leitungszone. Das hat zuerst DARWIN[1]) bekannt gemacht. Der Beginn und die Intensität der Aktion ist leicht zu beobachten, weil diese durch eine Bewegung sich äussert.

Die Reaktionszeit enthält die Dauer des Reizprozesses in der Perzeptionszone und die Dauerzeit der Transmission durch die Leitungszone, und diese zwei Prozesse sind zeitlich verschieden je nach dem Grade der Empfindlichkeit des Organes, der Stärke des Reizmittels, der Länge der Leitungszone und hängt auch von Aussenbedingungen ab.

Bei den Organen, bei welchen Perzeptions- und Aktionszonen räumlich getrennt sind, kann man die Reizdauer und die Leitungszeit schwer trennen und bestimmen, doch fand CZAPEK[2]) für die Keim-

---

1) DARWIN, Das Bewegungsvermögen der Pflanzen 1881.

2) CZAPEK, PRINGH. Jahrb., Bd. 32 (1898) S. 219.

wurzel, dass der geotropische Reiz aus der sensiblen Spitze zum motorischen Organ etwa in 5 Minuten übermittelt wird.

CZAPEK beobachtete mit der Methode der Klinostaten, dass die Präsentationszeit des geotropischen Reizes bei den Wurzeln nirgends kleiner als 15 Minuten ist, und insgesamt für die geotropische Reaktionszeit bei 20—25° C. nicht unter 20—30 Minuten.

Diese Angaben aber haben keinen definitiven Wert. HABERLANDT[1]) hat beobachtet, dass durch Schütteln und Stossen während der geotropischen Reizung die Präsentationszeit und die Reaktionszeit wesentlich abgekürzt werden können.

FITTING[2]) betont, dass die Präsentationszeit für seine sämtlichen Versuchspflanzen kürzer ist als andere es angesehen haben. So beträgt die geotropische Präsentationszeit bei kontinuierlicher Reizung nach seinen Beobachtungen für die Epikotyle von *Vicia Faba* 6 bis 7 Minuten, für die Hypokotyle von *Helianthus* 5—6 Minuten, weniger als die Hälfte der Zeit, welche CZAPEK bestimmt hatte.

Ich habe zum Zwecke der Bestimmung der Reaktionszeit das horizontale Mikroskop gebraucht.

Das Okular des Mikroskopes hatte eine in 120 Teilstriche geteilte Skala.

Als Objektivlinse diente mir eine mit kleiner Vergrösserung, so dass 23 Teilstriche einem Millimeter entsprachen.

Zur Aufbewahrung und Beobachtung der Wurzeln bediente ich mich eines mittleren, viereckigen Akkumulatorenglasgefässes. Dieses hatte einen Glasdeckel, auf dessen unterer Seite ein Korkstöpsel mittels Paraffin geklebt war; da der Rand des Deckels mit Vaseline geschmiert war, so war ein hermetischer Verschluss während der Beobachtung gesichert.

Das Glasgefäss mit einer sehr dünnen Wasserschicht auf dem Grund und mit nassem Fliesspapier auf den Seitenwänden enthält einen dampfgesättigten Raum, so dass ein feiner Beschlag auf der vorderen Wand bemerkbar ist, gleich nach der Deckung.

Im Zimmer liess ich die Gardinen herunter, um ein diffuses Bild zu haben.

In dieser Weise habe ich gegen eventuelle hydro- und heliotropische Einflüsse Vorsorge getroffen. Als Material habe ich mittelgrosse, 1—3 *cm* lange, gesunde, gleichmässig und ganz gerade gewachsene Keimwurzeln gebraucht. —

Diese Wurzeln habe ich so schnell wie möglich aus den Töpfen ausgezogen und auf den Korkstöpsel möglichst parallel mit dem Glasdeckel fixiert. Dann wurde der Deckel auf das Glasgefäss gelegt.

---

1) HABERLANDT, PRINGSH. Jahrb. 1903, S. 447.

2) FITTING, ebenda, Bd. 41, Heft 3.

Die Skala im Mikroskope war vertikal; die Zeit habe ich sofort notiert, ebenso auch die Teilstriche, an deren Niveau sich anfangs die Wurzelspitze befand.

Die Temperatur war immer beinahe 25° C.

Eine Orientierung der Bewegungen auf der Skala wurde am Anfang nötig und erleichterte später die Beobachtungen.

Einige Beispiele sind in der nachstehenden Tabelle angegeben:

Keimwurzel von	Beobachtungszeit in Minuten	Teilstriche der Skala	Bemerkungen
Lupinus albus . . . 3,5 *cm* lang	$7^{h}\,14'$	60	Krümmung. 2,8 Teilstriche pro Minute.
	$7^{h}\,16'$	55	
	$7^{h}\,18'$	50	
	$7^{h}\,20'$	44	
Zea Mays . . . . 2 *cm* lang	$8^{h}\,36'$	60	Krümmung. 1,6 Teilstriche pro Minute. Zwei Einstellungen.
	$8^{h}\,42'$	54	
	$8^{h}\,47'$	50	
	$8^{h}\,48'$	35	
	$8^{h}\,53'$	30	
	$8^{h}\,58'$	25	
Cucurbita . . . . . 3,5 *cm* lang	$8^{h}\,13'$	75	Krümmung. 3,8 Teilstriche pro Minute. Zwei Einstellungen.
	$8^{h}\,18'$	49	
	$8^{h}\,23'$	34	
	$8^{h}\,24'$	75	
	$8^{h}\,29'$	59	
	$8^{h}\,34'$	40	
Vicia sativa . . . 3 *cm* lang	$4^{h}\,12'$	65	Krümmung. Zwei Teilstriche pro Minute.
	$4^{h}\,17'$	50	
	$4^{h}\,22'$	46	

Das sofortige und fortdauernde Sinken der Wurzelspitze ist die Folge der Krümmungsbewegung in der Aktionszone. Die Zeit ist von 2 zu 2 oder von 5 zu 5 Minuten notiert, und daneben sind die Teilstriche angegeben, welche die Wurzelspitze in ihrer Senkung passierte. Die Senkung begann also schon in der ersten Minute und betrug 1,6, 2, 2,8, 3,8 Teilstriche pro Minute.

Eine deutliche Krümmung ist mit blossen Augen erst nach 15—20 Minuten bemerkbar, während mit dem Mikroskope sie von der ersten Minute sichtbar ist.

In einigen Sekunden ist die Reizschwelle überschritten und der Reiz in $1-1^1/_2$ *mm* Länge der Leitungszone übertragen, um die Reaktion auszulösen.

Diese Reaktionszeit ist aber viel kürzer als die, welche die genannten Forscher angegeben haben.

Und diese Reaktionszeit ist verschieden nach der Pflanzenart. Cucurbitawurzeln sind empfindlicher als Lupinuswurzeln und letztere empfindlicher als die Zeawurzeln.

Diese feinere Messung der Reaktionszeit kann gestört sein bei einigen Wurzeln, welche deutliche, autonome Nutationsoscillationen ausführen.

Diese Oscillationen kann man leicht unterscheiden, und solche Wurzeln können zum Zwecke der Messung der Reaktionszeit nicht gebraucht werden. —

54. Friedrich Hildebrand: Einige biologische Beobachtungen.

Eingegangen am 6. Oktober 1905.

1. Über einige nutzlose Eigenschaften an Pflanzen.

Nach der Ansicht von manchen dürfen weder bei Pflanzen, noch bei Tieren nutzlose Eigenschaften vorkommen, es sei denn an reduzierten Teilen. Es ist daher von einiger Bedeutung, wenn man, um das haltlose dieser Ansicht darzutun, auf solche Fälle aufmerksam macht und auf dieselben näher eingeht, bei denen es der grössten Phantasie nicht gelingen dürfte, einen Nutzen der betreffenden Eigenschaften für deren Träger herauszufinden. Schon in meinem Schriftchen: „Über Ähnlichkeiten im Pflanzenreich, S. 61" habe ich eine kleine Zusammenstellung von solchen nutzlosen Eigenschaften gemacht und will nun noch einiger anderer Erwähnung tun, welche mir aufgefallen sind. Hauptsächlich beziehen sich dieselben auf die Färbung von Blütenteilen.

Bei *Allium triquetrum* sind zur Zeit der Blüte die Blätter des Perigons weiss gefärbt und dienen dann zur Anlockung der Bestäuber. Sie behalten aber diese Farbe bei, wenn die Bestäubung und Befruchtung längst vor sich gegangen ist, ja bis zur vollständigen Fruchtreife, wo doch diese Färbung durchaus von keinem Nutzen sein kann. Noch auffälliger ist die Sache bei *Allium Pedemontanum*, wo das schön rosenrot gefärbte Perigon dieselbe Farbe bis zur Fruchtreife beibehält.

Es könnte den Anschein gewinnen, dass auch das Frischbleiben der Blumenkronen an den strahlenden Randblüten, wie es sich bei einigen Kompositen, z. B. Arten der Gattung *Melampodium* und *Aster*, zeigt, hierhergehöre. Dies ist aber nicht der Fall, denn hier ist das Bleiben dieser Blumenkronen doch von Nutzen, wenn auch nicht für die betreffenden Blüten selbst, so doch für die folgenden des Blütenköpfchens, für welche die Randblüten als Aushängeschild dienen müssen, da sie ein solches nur schwach besitzen. Es liegt hier der interessante Fall vor, auf den ich übrigens schon früher einmal aufmerksam gemacht habe, dass ein physiologischer Prozess, nämlich das Verwelken der Blumenkrone nach der Befruchtung, durch einen biologischen Grund, nämlich den, welcher die Bestäubung der folgenden Blüten betrifft, nicht vor sich geht.

Bei den strahlenden Randblüten von *Schizophragma hydrangeoides* tritt uns hingegen ein Fall nutzloser Eigenschaften entgegen. Diese strahlenden Randblüten dienen nämlich anfangs dazu, um den ganzen Blütenstand den Bestäubern mehr sichtbar zu machen. Sie verwelken nun aber nicht, wenn die mittleren Blüten Frucht angesetzt haben, sondern bleiben frisch und ansehnlich, ein Verhalten, wie es für die Pflanze von gar keinem Vorteil sein kann.

Weiter beobachtete ich letzthin an einzelnen der jetzt in so vielen Sorten gezogenen Knollen-Begonien, dass die Narben, welche zur Blütezeit gewöhnlich gelblich sind, sich gegen das Ende derselben orange färbten. Man könnte nun meinen, dass diese Färbung vielleicht dazu diene, um den Schauapparat der Blüten noch zu erhöhen, wenn die Bestäuber — hier Bienen — länger ausblieben. Es nahm diese leuchtendere Farbe aber auch nach der Bestäubung noch immer mehr zu, wo sie nunmehr doch von gar keinem Nutzen sein konnte und verschwand erst beim Abdürren der reifen Früchte. In einigen Fällen beobachtete ich auch, dass die zur Blütezeit grünen Fruchtknoten sich nach der Befruchtung rot färbten, was doch ganz nutzlos zu sein schien.

Einen eigentümlichen Fall von nutzloser Färbung an Trockenfrüchten beobachtete ich im vorigen Jahre an einigen Exemplaren von *Lunaria biennis*. Während hier sonst die Früchte grün sind, so waren sie an diesen Exemplaren schön violett gefärbt, gerade so, wie die Blumenkronblätter der gleichen Pflanze. Bei den Blüten dient ja die violette Farbe zum Anlocken der Bestäuber, hier, an den Früchten, ist sie aber von gar keinem Wert. Sie blieb an denselben bis zu deren Abtrocknen. Ich nahm aus diesen Schoten die reifen Samen und will erproben, ob die aus ihnen erwachsenden Pflanzen auch wieder violette Schoten bilden werden.

Noch einen anderen Fall von nutzloser Färbung beobachtete ich bei *Aesculus rubicunda*, wo die Knospenschuppen, wenn sie sich im Frühjahr zurückbogen, eine leuchtend rote Farbe annahmen.

Dieser Erwähnung von Eigenschaften an Pflanzen, welche für deren Träger nutzlos sind, möchte ich hier noch die Besprechung einiger anderer hinzufügen, in denen die Ähnlichkeit mit anderen Pflanzen oder Pflanzenteilen nutzlos erscheint.

Sedum Stahlii ist dadurch eine sehr interessante Crassulacee, dass ihre Blätter sich von den älteren Stengeln von selbst leicht loslösen und nun in ihrer ellipsoidischen Gestalt und bräunlichen Farbe den Eindruck von Samen oder Früchten machen. Sie haben auch für die Pflanze dieselbe Bedeutung, indem sie, wenn sie auf die Erde gefallen sind, an ihrer Basis Würzelchen und eine Knospe treiben.

Nur erwähnt soll hier werden, dass die allbekannte Ähnlichkeit der Nebenkrone bei *Parnassia palustris* mit *Drosera*-Blättern dahingeführt hat, die erstere für Apparate zum Fangen von Tieren zu halten und somit die *Parnassia* unter die tierfressenden Pflanzen zu rechnen.

Einen interessanten Fall von Ähnlichkeit zeigen die Blütenköpfchen von *Perezia multiflora*, einer labiatifloren Composite. Bei derselben ist die nach der Peripherie des Köpfchens hin gerichtete grössere Lippe der Blumenkrone schön blau gefärbt und macht den Eindruck, als wenn sie eine strahlende, bandförmige Randblüte einer corymbifloren Composite sei, während die kleinere, nach dem Zentrum des Köpfchens gerichtete Lippe derselben Blüte und auch die Röhre der Blumenkrone gelb gefärbt ist und den Eindruck macht, als ob sie einer Scheibenblüte angehöre. Durch dieses Verhältnis sieht das ganze Blütenköpfchen so aus, als ob es aus blauen, strahlenden Randblüten und aus gelben Scheibenblüten bestände.

Auf einen weiteren, vielleicht schon bekannten und besprochenen Fall sei hier aufmerksam gemacht, welcher sich in den männlichen Blüten von *Ruscus*-Arten, z. B. *Ruscus aculeatus* und *Ruscus Hypoglossum*, findet. Diese männlichen Blüten machen nämlich bei oberflächlicher Betrachtung vollständig den Eindruck von weiblichen, was daher kommt, dass die Filamente der drei Staubgefässe derartig untereinander verwachsen sind, dass sie einen kugeligen oder länglichen Körper bilden, welcher so aussieht, als ob er ein Fruchtknoten sei. Bei genauerer Untersuchung erkennt man aber, dass am Gipfel dieser Kugel die drei Antheren sitzen — welche man ihrerseits für die Narbe halten könnte — und dass sie nicht solide ist, sondern dass nur eine dünne, aus wenigen Zelllagen gebildete Schicht einen Hohlraum umgibt. Am Grund dieser Höhlung findet man dann ein kleines Zäpfchen, den reduzierten eigentlichen Fruchtknoten.

Eine besonders bemerkenswerte Ähnlichkeit beobachtete ich kürzlich in den männlichen Blüten von *Kadsura japonica*, einer Schizandracee, welche wahrscheinlich auch bei anderen Arten der Gattung *Kadsura* vorkommt. Hier folgt nämlich auf die gelblichweisse, neunblättrige Blütenhülle ein Körper, welcher in Form, Farbe und Oberfläche einer Erdbeere sehr ähnlich und auch wie diese fleischig ist. Dieses Fleischige wird aber weder, wie bei der Erdbeere, von der Blütenachse gebildet, noch besteht es, wie bei den erdbeerähnlichen Früchten von *Arbutus Unedo*, aus dem Fruchtknoten, sondern allein aus den Staubgefässen. An den filamantlosen Antheren dieser sind nämlich die Konnektive stark verbreitert, fleischig und von leuchtend roter Farbe und tragen rechts und links an der Verbreiterung ein ganz unscheinbares Pollenfach. Durch die dicht aneinander gepressten, wulstigen Konnektive der benachbarten Antheren kann dann noch eine neue Täuschung stattfinden, indem es so aussieht, als ob die zwei dicht aneinander liegenden Pollensäcke benachbarter Antheren gipfelständig an einer und derselben Anthere sich befänden; den wahren Sachverhalt erkennt man erst, wenn man die Staubgefässe voneinander löst.

Diese Ähnlichkeit des aus den Staubgefässen gebildeten Körpers mit einer fleischigen Frucht ist nun als solche doch wohl ganz nutzlos, und kann nur in anderer Richtung, nämlich für die Bestäubung der Blüten, von Wert sein, indem durch die leuchtend rote Farbe die gelblich weissen Blüten mehr Ansehen gewinnen, welche aber ausserdem und wohl hauptsächlich durch ihren starken aromatischen Duft die Bestäuber anlocken werden.

2. Weitere Beobachtungen an Keimlingen und Stecklingen.

1. *Acacia cornigera.* Als ich vor einer Reihe von Jahren die Keimpflanzen von *Cecropia peltata* besprach[1]), da musste ich auch bedauern, dies nicht auch von *Acacia cornigera* tun zu können, weil mir die Samen von dieser, in bezug auf die Verhältnisse, in denen sie zu Ameisen steht, mit *Cecropia peltata* verwandten Art nicht zu Gebote standen. Ich griff nun zum Notbehelf der Erziehung von Stecklingspflanzen und schloss von den an diesen gemachten Beobachtungen auf das Verhalten von Keimpflanzen besagter Art. Inzwischen ist es mir gelungen, keimfähige Samen von *Acacia cornigera* zu erhalten, und ich kann jetzt berichten, dass meine damals von Stecklingen auf die Keimpflanzen gemachten Schlüsse sich vollständig bewahrheitet haben. Das Verhalten eines dieser Keimlinge, welchem das der anderen mehr oder weniger gleich war, möchte ich nun kurz beschreiben.

---

[1]) Bot. Zeit. 1892, S. 1.

Auf die beiden sitzenden, eiförmigen, an ihrer Basis Öhrchen bildenden Kotyledonen folgt, mit diesen abwechselnd, ein Paar einander gegenüberstehender, einfach gefiederter Blätter, von denen jedes an seiner Basis rechts und links zwei nur ganz kleine Dornen, die Nebenblätter, besitzt; an den Spitzen der Fiederblättchen findet sich noch keine Spur der kleinen, gelben Körperchen, von RACIBORSKI[1]), welcher dieselbe Beobachtung an den Keimlingen von *Acacia sphaerocephala* gemacht hat, Ameisenbrödchen genannt.

Nun folgen die Blätter einzeln in Spiralstellung; zuerst ein doppelt gefiedertes Blatt mit zwei gefiederten Teilblättern, an deren Fiederchen gleichfalls noch keine Bildung von Ameisenbrödchen. An der Basis des ganzen Blattes sind die beiden Nebenblätter nur erst als kleine Dornen vorhanden. Das vierte Blatt verhält sich ebenso; an dem fünften findet sich merkwürdigerweise an der Basis jedes der beiden Fiedern eine kleine, ausscheidende Vertiefung, welche sich auch an dem ganz gleichen sechsten Blatte zeigt, während sie dann an allen weiter folgenden Blättern nicht auftritt, wo sie durch einen länglichen Höcker ersetzt wird, welcher unterhalb des Ansatzes des untersten Fiederblattpaares auf der Hauptspindel des Blattes sitzt und an seiner oberen Seite eine ausscheidende Vertiefung hat.

Das siebente und achte Blatt, welche nun beide schon zwei Paare von gefiederten Seitenachsen tragen, zeigen nun zwar die dornigen Nebenblätter schon etwas vergrössert, an den Fiederchen treten aber noch nirgends Ameisenbrödchen auf. Diese erscheinen vielmehr erst am neunten Blatt, und auch hier nur an einigen wenigen Fiederchen, und fallen bald wieder ab. An diesem Blatt sind nun auch schon die dornigen Nebenblätter dreimal so lang, wie an den vorhergehenden Blättern und zeigen an ihrer Basis schon eine starke Anschwellung, welche dann an den folgenden Blättern immer grösser wird, während an den nun immer mehr Seitenfiedern tragenden Blättern die Fiederchen fast alle an ihrem Ende die Ameisenbrödchen entwickeln.

Es gehen also auch hier wie an den Stecklingen von *Acacia cornigera* und an den Keimlingen von *Cecropia peltata* die Ausbildung von der Wohnung für die Ameisen mit der Ausbildung von deren Nahrung Hand in Hand.

2. *Pyrus salicifolia* weicht von anderen *Pyrus*-Arten sehr durch die lineallanzettliche Form und die graugrüne Färbung ihrer Blätter derartig ab, dass man die Pflanze, wenn sie nicht Blüten oder Früchte trägt, kaum für eine *Pyrus*-Art halten würde. Von derselben wurden im Herbst 1894 nach der Reife der Früchte die Samen sogleich ausgesät; dieselben gingen aber nicht, wie man hätte erwarten

---

1) Flora 1898.

sollen, im nächsten Frühjahr auf, sondern erst im Winter 1895/96; wie überhaupt manche Samen eine längere Zeit bedürfen, bis sie keimen können, als diejenige ist, welche zwischen ihrem Reifen und dem Zeitpunkt liegt, wo die Pflanze, von welcher sie stammen, von Neuem zu vegetieren beginnt. Wenn ein solches spätes Keimen eintritt, so ist man geneigt, dies dem Umstande zuzuschreiben, dass die Samen vielleicht alte, lang ausgetrocknete sind, was aber in dem vorliegenden Falle nicht so war. Gerade so, wie es Samen gibt, welche, wie bei *Eranthis hiemalis*, nach der Reife nicht vor Ablauf von etwa 10 Monaten keimen, so wird es auch andere geben, wie hier sich zeigt, welche erst nach Verlauf von mehr als einem Jahr zum Keimen kommen.

Bis zum Mai 1896 bildeten sich nun an den Keimpflanzen sechs eiförmige, dunkelgrüne Blätter aus, welchen den ganzen Sommer über noch weitere von gleicher Form und Farbe folgten, so dass ich hätte glauben können, es sei hier beim Abnehmen der Früchte oder bei der Aussaat der Samen ein Irrtum vorgefallen, wenn ich nicht selbst beides besorgt hätte. Noch wunderbarer war es aber, dass auch noch im Jahre 1897 nur eiförmige, leuchtend grüne Blätter an den betreffenden Pflanzen erschienen. Selbst noch im Jahre 1898 waren alle Blätter der untersten kurzen Äste an den nunmehr erstarkten Pflanzen von der früheren Form und Farbe, auch die ersten Blätter an den oberen, stärkeren Zweigen. Erst Ende Juli bildeten sich dann an diesen Übergangsstufen zu den für *Pyrus salicifolia* charakteristischen lineallanzettlichen, graugrünen Blättern. Im Jahre 1899 waren dann noch wieder die Blätter an den untersten Teilen der Äste mehr oder weniger eiförmig und dunkelgrün, namentlich alle Blätter an denjenigen Zweigen, welche in einen Dorn ausgingen. An den längeren Schösslingen waren aber nun die weiter oben an ihnen stehenden Blätter ganz denen der Stammart gleich. Erst im Jahre 1900 waren an den Sämlingen alle Blätter von lineallanzettlicher Form und graugrüner Farbe, wie diejenigen des Elters.

Von *Eucalyptus globulus* ist es ja längst bekannt, dass die Samenpflanzen erst nach mehreren Jahren in ihren Blättern den Charakter der Art annehmen. Ein anderes derartiges Beispiel liegt nun hier in *Pyrus salicifolia* vor, indem hier die Keimlinge nicht eher den Charakter der Art annahmen, als bis sie vier Jahre alt geworden waren. Dieses Verhältnis mag es entschuldigen, dass ich die vielen Keimungsgeschichten noch um eine vermehrt habe.

3. *Rubus australis* zeichnet sich bekanntlich von unseren *Rubus*-Arten auffallend dadurch aus, dass an seinen dreizähligen Blättern die Blattflächen nur ganz schwach ausgebildet sind. Der Stiel des Blattes und die Mittelrippen der drei Teilblätter sind dicht mit rückwärts gebogenen scharfen Stacheln besetzt, welche sich durch ihre

hellbraune Farbe sehr von der dunkelgrünen Oberhaut, von welcher sie entspringen, abheben. Diese Rippen der drei Blattteile gehen an ihrem Ende in eine schmale, lanzettliche, verschieden stark gezahnte, oder auch mit 1—2 ganz kleinen Seitenblättchen versehene, ganz unbedeutende Spreite aus. Es lag nun nahe, zu erproben, ob auch hier, wie in so vielen anderen Fällen, die Keimlinge dieser Art andere, stärker ausgebildete Blattspreiten haben würden. Ich bemühte mich aber vergeblich, Samen dieser Art zu erlangen und griff nun wieder zum Notbehelf, nämlich der Erziehung von Stecklingen. Es gelang dies in diesem Frühjahr, und die erzielten Stecklinge zeigten nun das, was man erwarten konnte, was aber doch durch das Experiment zu beweisen war. Die Spitze der Stecklinge wuchs niemals weiter, sondern es bildete sich an dem unteren Teil derselben eine Seitenknospe aus, deren Blätter nun sehr von denjenigen abwichen, welche die erwachsenen Pflanzen besitzen. Von ihnen waren die drei Blattspreiten so stark — wenn auch nicht so stark, wie bei unseren *Rubus*-Arten — ausgebildet, dass man hätte glauben können, man habe eine andere *Rubus*-Art vor sich, wenn man den Spross nicht mehr in Verbindung mit dem gesteckten Zweige von *Rubus australis* gesehen hätte. Während also hier die Spreiten sich vergrössert hatten, war jedoch die Bewehrung durch Stacheln ganz schwach ausgebildet, wie dies ja vielfach bei Keimlingen von solchen Pflanzen geschieht, welche erst in späterem Alter ihre Wehrmittel ausbilden. Leider gingen durch Vernachlässigung der Stecklinge während meiner Abwesenheit im Sommer dieselben zu Grunde, so dass ich nicht die Übergangsstufen zu den Blättern der erwachsenen Pflanzen beobachten konnte. Immerhin schien es mir von Interesse, das bis dahin Beobachtete mitzuteilen.

4. *Poinsettia pulcherrima* ist eine heutzutage sehr beliebt gewordene brasilianische Euphorbiacee, da sie ihre Blütenstände bei uns zur blumenarmen Zeit im Winter entwickelt, welche ihr leuchtendes Ansehen den glänzend roten Hochblättern verdanken und dadurch von besonderem Wert sind, dass sie sich im Zimmer sowohl unabgeschnitten, als auch abgeschnitten ungemein lange halten. Wenn die Pflanzen, wie es bei unserer Kultur nötig ist, im Frühjahr nach der Blüte stark zurückgeschnitten werden, se entwickeln sich an den Schösslingen, welche nun im Laufe des Sommers hervortreten und bis zum Herbst manchmal eine Länge bis über 1 *m* erreichen, zuerst Laubblätter, welche von den später erscheinenden dadurch abweichen, dass sie lanzettlich und vollständig ganzrandig sind. Auf sie folgen dann später mehr ovale, breitere, welche am Rande, rechts und links, meist je zwei verschieden stark vorspringende Zacken besitzen und hierdurch sehr von den ersten, lanzettlichen und ganzrandigen abweichen. Gerade so wie an den Schösslingen wird sich nun auch

die Sache an den Keimpflanzen verhalten, zu deren Beobachtung mir aber kein Material einstweilen vorlag. Ich würde die Verschiedenförmigkeit der Laubblätter von *Poinsettia pulcherrima* gar nicht erwähnt haben, wenn sich mir hierzu nicht die Gelegenheit bei der Besprechung anderer, mehr merkwürdiger Eigenschaften der Stecklinge besagter Pflanze geboten hätte.

Um zu dem gewöhnlichen Lauf der Entwicklung der *Poinsettia pulcherrima* znrückzukehren, so bilden sich am Ende der durch die breiten Laubblätter gekräftigten Schösslinge zum Herbst die aus kleinen, unscheinbaren Blütenköpfchen zusammengesetzten Blütenstände, welche mit lanzettlichen ganzrandigen Übergangsstufen zu den leuchtend rot gefärbten Hochblättern beginnen, woran diese selbst sich schliessen, welche nicht nur durch ihre Farbe, sondern auch durch ihre Form von den Laubblättern der Pflanze abweichen, indem sie lineallanzettlich und vollständig ganzrandig sind. Der Gesamtblütenstand schliesst gewöhnlich mit einem schlecht ausgebildeten Blütenköpfchen ab, unterhalb von welchem drei Seitenzweige entspringen, welche mit einem ausgebildeten Blütenköpfchen endigen, worauf die weiteren Seitenzweige ihrerseits zur monopodialen Verzweigung übergehen.

Sehr eigentümlich abweichend verhielten sich nun in diesem Jahre sowohl die in diesem Frühjahr, als die im vorigen Jahre gemachten Stecklinge von *Poinsettia pulcherrima.* Bei einem Teil der ersteren, den diesjährigen, entwickelten sich sogleich aus den seitlichen Augen der gesteckten Sprosse ganz normale, wenn auch nur kleine Blütenstände mit leuchtenden Hochblättern. In anderen Fällen aber bildeten sich diese Augen sehr abweichend aus. Unter Streckung ihrer Achse gingen sie nämlich in ein verkümmertes Blütenköpfchen aus, und unterhalb desselben traten nun drei verlängerte Seitenachsen hervor, von welchen jede wieder ein verkümmertes endständiges Blütenköpfchen trug und unterhalb desselben zwei Seitenzweige trieb, welche sich dann, wie bei normalem Gesamtblütenstand, monopodial verzweigten. Die Verzweigungsart war hier also ganz die gleiche, wie bei den normalen Gesamtblütenständen; das Höchstauffallende war aber dieses, dass hier die leuchtenden roten Hochblätter durch grüne Laubblätter vertreten waren, so dass man bei flüchtigem Anschauen der Pflanzen nicht zu der Erkenntnis kommen konnte, dass hier umgewandelte Gesamtblütenstände vorlägen. Auch an den im vorigen Jahre gezogenen Stecklingen zeigte sich in diesem Jahre das merkwürdige Verhalten, dass ihre Schösslinge, sobald sie eine Länge von etwa 20 *cm* erreicht hatten, am Gipfel nicht weiter wuchsen, sondern unterhalb desselben drei Seitenzweige bildeten, welche nun aber sich nicht ganz so, wie diejenigen der soeben beschriebenen diesjährigen Stecklinge verhielten. Es traten nämlich an den monopodial sich verzweigenden Achsen anstatt der verkümmerten Blütenköpfchen kurze, mit Laubblättern versehene Zweige auf, deren Enden augenblicklich, Anfang Oktober, Übergänge zu normalen Blütenständen zeigen, so dass diese Stöcke einen ungemein reichen Blütenflor für den Winter versprechen.

Aller Wahrscheinlichkeit nach waren diese besprochenen Rückschläge durch das ganz abnorme Wetter dieses Sommers hervorgebracht, wo teilweise eine grosse, mit Trockenheit verbundene Hitze herrschte, welche vielleicht die direkte Anlage von Blütenständen bewirkte, welche Anlage dann teilweise auch zur vollständigen Entwicklung kam, während in den anderen Fällen ein Mittelding zwischen der vegetativen Fortpflanzung und der geschlechtlichen sich bildete, indem die Form und Farbe der Hochblätter in diejenige der Laubblätter überging, die Verzweigung aber diejenige eines Gesamtblütenstandes blieb, Erscheinungen, welche sich vielleicht durch den Umschlag zu kühlem, nassem Wetter erklären lassen. Vielleicht lagen hier aber auch Ernährungsursachen vor, indem sowohl die Stecklinge von diesem, als auch diejenigen vom vorigen Jahr sehr mager und teilweise beschattet gehalten wurden. Für diese letztere Ursache spricht der Umstand, dass in meinem Privatgarten, wo die Stecklinge vom vorigen Jahr mit den Töpfen ganz in die Erde eingesenkt und immer der brennenden Sonne ausgesetzt waren, diese Mittelbildungen zwischen vegetativen Sprossen und Gesamtblütenständen sich nicht zeigten. Die aus den zurückgeschnittenen Ästen hervorgetretenen Zweige sind ihrerseits vollständig unverzweigt geblieben und gehen augenblicklich zu der Bildung endständiger, normaler Blütenstände über.

Jedenfalls sind die von *Poinsettia pulcherrima* angeführten abnormen Vegetationserscheinungen insofern von einigem Interesse, als sie zeigen, wie unter Umständen Verzweigung des Stengels sowie Form und Farbe der Blätter so umgewandelt werden können, dass anstatt der Blütenstände vegetative Organe entstehen und dass dies, allem Anschein nach, durch äussere Einflüsse bewirkt wird.

3. Über einige Fälle von Selbststerilität.

Im Jahre 1896 besprach ich in diesen Berichten S. 324 meine an Cruciferen gemachten Beobachtungen und Experimente über deren Selbststerilität. Im Laufe der folgenden Jahre habe ich sowohl an einigen anderen Cruciferen, als auch an Arten verschiedener anderer Pflanzenfamilien ähnliche Beobachtungen gemacht, welche ich jetzt kurz zusammenstellen möchte, namentlich um andere dazu zu veranlassen, auf diese Pflanzen ihr Augenmerk zu richten und zu sehen, ob ihre Beobachtungen mit den meinigen übereinstimmen; denn in diesen Dingen ist es ja nicht ausgeschlossen, dass individuelle Anlagen der Pflanzen und klimatische Verhältnisse an dem einen Ort und in dem einen Jahr Erscheinungen zutage treten lassen, welche an anderem Ort und zu anderer Zeit sich nicht in gleicher Weise zeigen. Eine Verallgemeinerung kann hier nur nach mehrfachen und an verschiedenen Orten angestellten Beobachtungen stattfinden.

Bunias orientalis setzt, wenn mehrere Exemplare zusammenstehen, fast in jeder Blüte Frucht an. Ein Exemplar wurde im Freiburger Botanischen Garten beobachtet, welches weit entfernt von den in der systematischen Abteilung des Gartens befindlichen Exemplaren sich eingefunden hatte und sehr üppig blühte. Ungeachtet nun an demselben zahlreiche Bienen die Bestäubung der Blüten untereinander besorgten, setzt doch nur ganz ausnahmsweise die eine oder die andere Frucht an. Diese Erscheinung wurde an demselben Exemplar schon im Jahre 1904 gerade so wie jetzt in gleicher Weise beobachtet. Als ich nun letzthin experimentell feststellen wollte, ob die Blüten des genannten Exemplars dann Frucht ansetzen würden, wenn sie mit dem Pollen der entfernt stehenden Exemplare bestäubt würden, da war dies leider nicht mehr möglich, denn diese waren durch den reichen Fruchtansatz nicht mehr in Blüte, während das alleinstehende Exemplar wegen des mangelnden Fruchtansatzes noch lange Zeit weiter blühte.

Sinapis alba beobachtete ich im Juli 1898 am Ufer der Dreisam in einem vereinzelt stehenden, stark blühenden Exemplar, an welchem schon sehr viele Blüten abgefallen waren, von denen aber nur ganz wenige Frucht angesetzt hatten, während dann, wenn viele Pflanzen von *Sinapis alba* beieinanderstehen, jede Blüte Frucht ansetzt.

Melilotus officinalis setzt ebenfalls in jeder Blüte Frucht an, wenn mehrere Exemplare zusammen oder nicht weit entfernt von einander stehen, die Blüten derselben also leicht von den Insekten untereinander bestäubt werden können. Gleichfalls im Jahre 1898 stand im Freiburger Botanischen Garten ein Exemplar ganz isoliert und durch Gebüsch und Bäume weit von den anderen Exemplaren des Gartens getrennt. Dasselbe zeigte nun keine Spur von Fruchtansatz, auch nicht den geringsten Anfang zu demselben: alle Blüten fielen ab.

Trifolium rubens setzt im Kaiserstuhl, wo es in Menge vorkommt, reichlich Frucht an. Schon vor mehreren Jahren hatte ich von dort ein Exemplar in meinen Garten verpflanzt, wo es in den letzten Jahren sehr üppig blühte und zu dieser Zeit sehr stark von Insekten besucht wurde. Ich beobachtete aber an demselben keine Spur von Fruchtansatz, und im Zusammenhang mit dieser Fruchtlosigkeit blühte das Exemplar jedesmal viel üppiger und viel länger, als die Exemplare im Kaiserstuhl.

Geranium armenum. Wohl alle Arten der Gattung *Geranium* sind protandrisch; die Insekten müssen die Bestäubung vollziehen, da die Antheren zur Zeit der Narbenreife entweder abgefallen sind oder durch Umbiegen ihrer Filamente an einem Ort liegen, welcher die Selbstbestäubung unmöglich macht. So verhält es sich auch bei *Geranium armenum.*

Von diesem beobachtete ich mehrere Jahre hintereinander ein als einziges im Garten kultiviertes Exemplar, welches in jedem Jahr sehr üppig blühte und an welchem ich die Bienen sehr oft beobachtete, wie sie den Pollen aus den jüngeren Blüten auf die Narbe der älteren brachten, was ich ausserdem auch noch selbst tat. Ungeachtet dieser Bestäubungen mit dem nach mikroskopischer Untersuchung sich als ganz normal herausstellenden Pollen fand aber kein Fruchtansatz statt. Nur in ganz vereinzelten Fällen wurde eine oder die andere der zehn Samenanlagen in einer Blüte befruchtet, was sich daran erkennen liess, dass sich der betreffende Fruchtknotenteil vergrösserte und hierdurch die Mittelsäule der Blüte nach der entgegengesetzten Seite umgebogen wurde, was höchst eigentümliche Gestalten hervorbrachte. Aber auch diese Früchte verdarben fast alle sehr bald; nur in einigen Fällen bildeten sie sich weiter aus. Die angeschwollenen Fruchtfächer erwiesen sich dann aber später als hohl oder enthielten einen ganz zusammengetrockneten Samen, welcher nicht keimfähig war. Ganz wenige Samen schienen dies zu sein; von ihnen ging aber nur einer auf, und es erwuchs aus ihm ein kleines Pflänzchen von krankhaftem Aussehen, welches alsbald wieder zugrunde ging. Da das Gegenexperiment durch Bestäubung mit einem anderen Exemplar dieser Art nicht gemacht werden konnte, so wäre es immerhin möglich, dass die vorliegende Pflanze nicht wegen Selbststerilität fruchtlos bleibt, sondern deswegen, weil ihr unser Klima nicht zusagt. Diese Art sei daher denjenigen zur näheren Beobachtung empfohlen, welche davon mehrere Exemplare besitzen. Natürlich dürfen diese aber nicht durch Teilung eines Exemplars entstanden sein.

Campanula grandis wurde in einem Exemplar beobachtet, welches ich von Herrn MAX LEICHTLIN aus Baden-Baden erhalten hatte, und welches im Jahre 1900 sehr üppig seinen reichen Blütenstand entwickelte. Die protandrischen zahlreichen Blüten wurden nun sowohl durch Insekten als auch von mir untereinander bestäubt, worauf zwar die Fruchtknoten etwas anschwollen; bald verdorrten sie aber, und es fand sich in ihnen kein einziger Same.

Linaria genistifolia steht seit mehreren Jahren in einem kräftigen Exemplar im Freiburger botanischen Garten, welches jedes Jahr zu üppiger Blüte kommt. Es wurden hier zwar keine Bestäuber direkt beobachtet, aber auch, wenn diese ausgeblieben sein sollten, so müsste doch nach der Einrichtung der Blüten Selbstbestäubung stattgefunden haben. An diesem Exemplar beobachtete ich nun niemals einen Ansatz von Früchten, so dass die Selbststerilität hier sehr wahrscheinlich ist. Die Pflanze sei jedem anderen Beobachter zu näherer Untersuchung empfohlen.

Verbena erinoides stand im Jahre 1898 in mehreren Exemplaren im Freiburger botanischen Garten und setzte reichliche Frucht an. Als hingegen von den Sämlingen im Sommer 1899 nur ein einziger zum Blühen kam, so blieb dieser vollständig fruchtlos.

Tolmiea Menziesii ist eine durch die verschiedenen Zahlenverhältnisse, welche die einzelnen Blattkreise in ihren Blüten zeigen, sehr interessante Saxifragacee: der Kelch ist hier fünfblättrig, die Blumenkrone hat vier Blätter, darauf folgen drei Staubgefässe und das aus zwei Fruchtblättern gebildete Pistill hat einen Griffel. Diese Art wurde im Freiburger botanischen Garten seit vielen Jahren kultiviert und setzte niemals Früchte an. Anstatt dessen bildeten sich, ausser den an der Basis der Blattspreiten bekanntlich entstehenden Brutknospen, auch an den unfruchtbar bleibenden Blütenständen zahlreiche Kurzzweige aus, deren Schwere bewirkte, dass die Blütenstände umsanken, in dieser Weise die Kurzzweige auf die Erde kamen und hier Wurzel schlugen. Die Pflanze liess sich also ungeschlechtlich stark vermehren. Aber auch die hierdurch entstandenen Exemplare blieben vollständig fruchtlos, ungeachtet die Bienen in Menge sie besuchten und ihre Blüten untereinander bestäubten. Da liess ich denn aus einem anderen Garten Samen der *Tolmiea Menziesii* kommen, um zu erproben, wie sich die daraus erwachsenden Pflanzen verhalten würden. Als diese nun zum Blühen kamen und durch die Bienen untereinander bestäubt wurden, setzten sie massenhaft Früchte an.

Es lehrt dieses Beispiel hauptsächlich, wie man in bezug auf die Ursachen der Unfruchtbarkeit von Pflanzen im Urteil vorsichtig sein muss. Wenn man mehrere Stöcke einer Pflanzenart nebeneinander hat und die Vereinigung der Blüten dieser keinen Fruchtansatz gibt, so braucht man nicht zu glauben, es sei dies die Folge von klimatischen oder Bodeneinflüssen. Die Sterilität kann hier darin ihren Grund haben, dass die betreffenden Pflanzenstöcke von einem und demselben Stock als Ableger entstanden sind, so das hier die Fruchtlosigkeit sich aus der Selbststerilität der Art erklären lässt.

55. W. Wächter: Chemonastische Bewegungen der Blätter von Callisia repens.

Vorläufige Mitteilung.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 11. Oktober 1905.

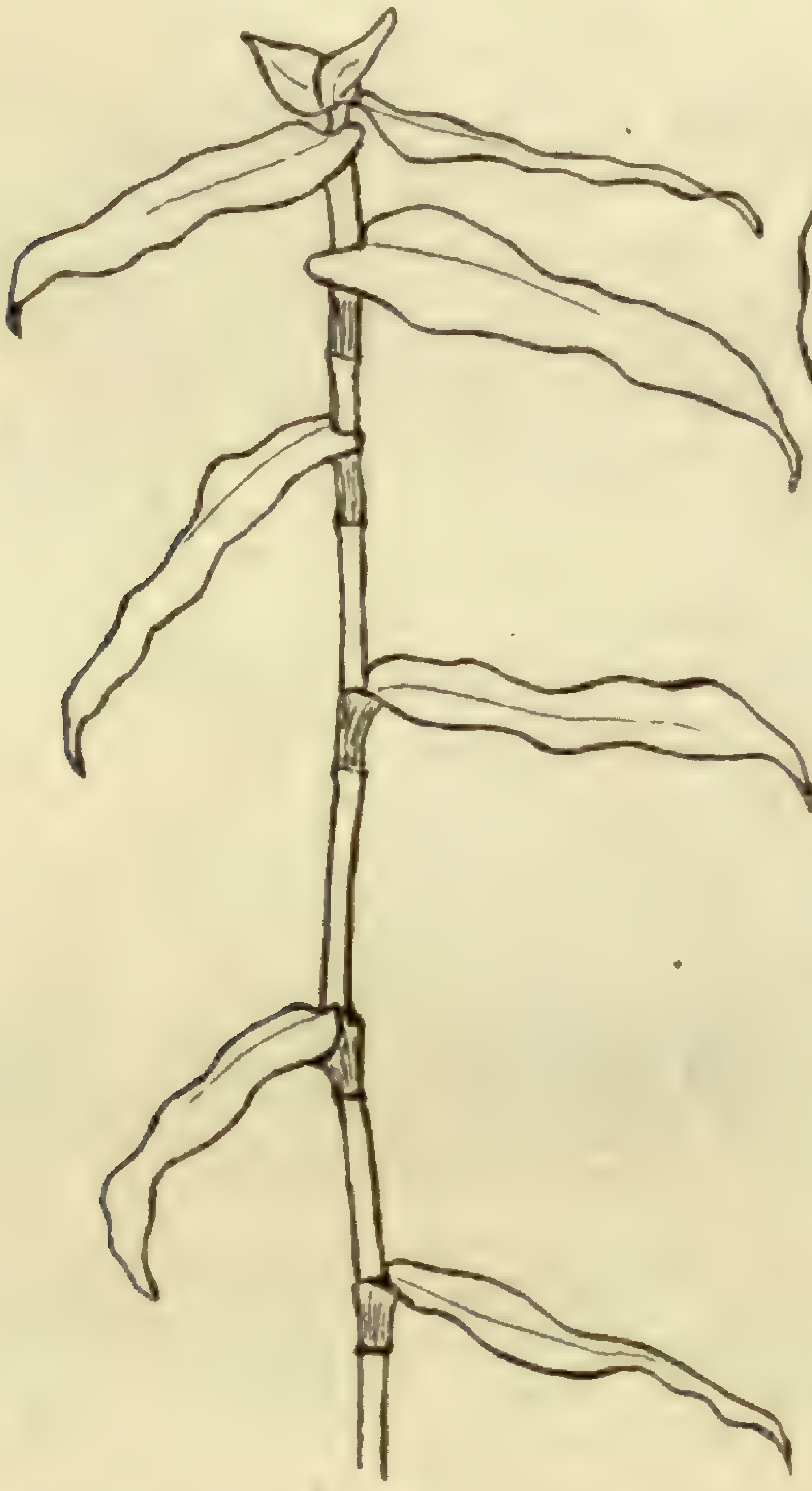
Bei meinen — noch nicht abgeschlossenen — Untersuchungen über nastische Reizbewegungen fiel mir *Callisia repens*, eine Commelinacee, dadurch auf, dass ihre Blätter im Laboratorium eine andere Lage zur Achse einnehmen als im Warmhaus. Während normalerweise die Blätter annähernd unter einem Winkel von 90° am Stengel inseriert sind, beobachtet man im Arbeitsraum, dass sich die Blätter nach wenigen Tagen senken und sich mehr oder weniger dicht an den Stengel anpressen, wie es die Figur (rechts) veranschaulicht. Es gelang auf keine Weise, die Blätter zu bewegen, ihre normale Stellung wieder einzunehmen. — Eine gelegentliche Beobachtung, die darauf schliessen liess, dass es sich möglicherweise um eine hydronastische Reaktion handelt, veranlasste mich, einige Exemplare mit heruntergeklappten Blättern in ein unbenutztes Kalthaus im Garten zu stellen. Schon nach wenigen Tagen nahmen hier die noch nicht ausgewachsenen Blätter ihre normale Lage wieder ein. Dieses Resultat war um so überraschender, als in den beiden Versuchshäusern, die mit den Laborationsräumen in Verbindung stehen[1], ein höchst unregelmässiges Verhalten der Pflanzen in bezug auf die Blattlage zu beobachten war. In der Regel verhielten sich die Pflanzen in diesen Häusern wie im Laboratorium, d. h. die Blätter legten sich dem Stengel an und verblieben in dieser Lage; dabei war es ganz gleichgültig, ob die Luftfeuchtigkeit grösser oder gleich der des Laboratoriums war. Da auch die Lichtintensität ohne Einfluss auf die Bewegung der Blätter blieb, schien eine Erklärung des merkwürdigen Vorganges zunächst aussichtslos. Indessen sprach das Verhalten der Pflanzen in dem Kalthause des Gartens dafür, dass die Kulturbedingungen von denen der Laboratoriumsversuchshäuser irgendwie abweichen, und es schien mir daher ratsam, meine Versuche an derjenigen Stelle zu wiederholen, wo die Pflanze kultiviert wird — in diesem Falle im Warmhaus. Das Ergebnis war durchaus negativ: weder im Dunkeln, noch im diffusen Licht, weder in dampfgesättigter Luft, noch bei verschiedener Temperatur trat eine Veränderung ein;

---

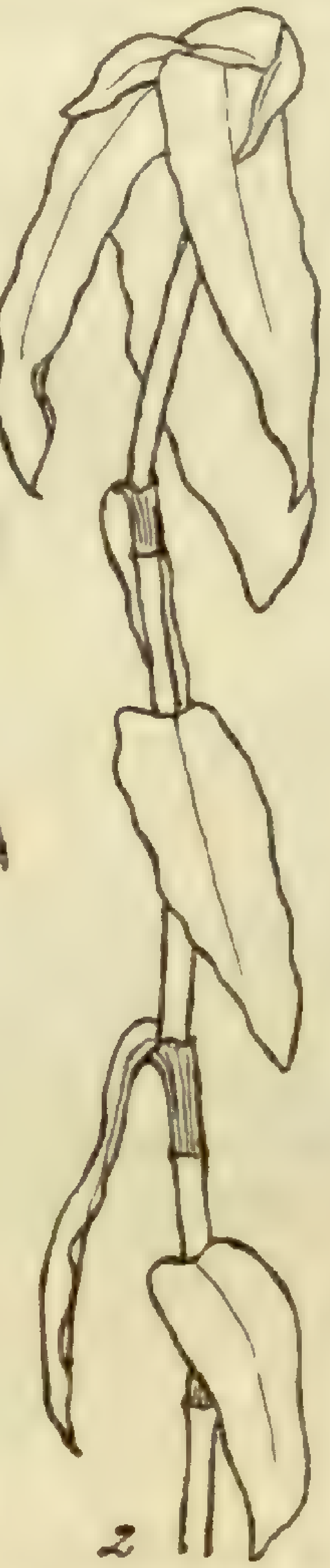
[1] Die Untersuchungen wurden im Botanischen Institut zu Leipzig ausgeführt.

die Blätter verblieben stets in ihrer normalen Lage. Sobald aber die Pflanzen aus dem Warmhaus ins Laboratorium gebracht wurden, senkten sich die Blätter nach zwei bis drei Tagen und nahmen ihre Normalstellung — oft schon nach 24 Stunden — ein, sobald die Pflanzen wieder ins Warmhaus gestellt wurden.

An eine chemonastische Reaktion, die bedingt sei durch den Gehalt der Laboratoriumsluft an schädlichen flüchtigen Bestandteilen, zu denken, lag zunächst keine Veranlassung vor, da auch in den beiden Laboratoriumsversuchshäusern die Blätter wie in den Versuchspflanzen im Arbeitsraum herunterklappten. In dem einen dieser Häuser wird niemals Gas gebrannt und in dem anderen sehr selten; auch wurde stets für eine, wie es schien, ausreichende Ventilation gesorgt. Und trotzdem muss die Verunreinigung der Luft, im wesentlichen wohl der Leuchtgasgehalt, für die Reaktion verantwortlich gemacht werden, wie aus den gleich zu erwähnenden Versuchen hervorgeht. — Das nach Norden gelegene Gewächshaus, in dem sich keine Gasleitung befindet, ist nicht weit entfernt von dem Verschlag, in dem die Gasmesser aufgestellt sind; und es ist sehr wohl denkbar,


1

Normale Blattstellung.


2

Unter Einwirkung schädlicher Gase.

dass bei nicht sorgfältig verschlossener Tür eine immerhin schon schädlich wirkende Menge Leuchtgas in den Versuchsraum eindringen kann. Für diese Annahme spricht die schon erwähnte Unregelmässigkeit im Reaktionsverlauf; es kamen im Verlaufe des Sommers Zeiten vor, während welcher die Blätter ihre normale Lage behielten, so dass die *Callisia* sehr wohl als brauchbarer Indikator für die relative Luftreinheit dienen konnte.

Die nunmehr im Warmhaus und im Freien angestellten Versuche zeigen aufs deutlichste, dass die beschriebenen Bewegungen der Blätter rein chemonastischer Natur sind: Stecklinge wurden unter möglichst luftdicht abgeschlossene Glasglocken von etwa 10 *l* Inhalt gebracht und mit Leuchtgas, Äther, Formamid, Acetonitril und Zigarettenrauch behandelt. Schon nach 24—48 Stunden waren an allen Pflanzen die Blätter herabgeklappt, wie bei den Versuchspflanzen im Laboratorium, während Kontrollexemplare normal blieben. Und zwar genügten zur Erzielung der Reaktion 1 *ccm* Leuchtgas in 1 *l* Luft; von den übrigen flüchtigen Körpern wurde eine 50—100 *ccm* fassende Schale mit einer 0,5—1prozentigen Lösung unter die Glasglocke gebracht und vom Zigarettenrauch vier bis fünf kräftige Züge; keine Reaktion wurde bisher mit Kampfer erzielt. — Ohne Frage werden sich noch eine Reihe flüchtiger Körper auffinden lassen, die in positivem oder negativem Sinne wirken, doch sind darüber, ebenso wie über die Konzentration der wirksamen Stoffe, die noch eine Reaktion auslösen, meine Untersuchungen noch nicht abgeschlossen. — Entfernt man die Glasglocken, so stellen sich die Blätter, soweit sie noch nicht ausgewachsen sind, in ihre normale Lage; der Versuch lässt sich mehrere Male wiederholen. Über die Zeit, die nötig ist, um die Blätter nach abgenommener Glasglocke in ihre alte Lage zurückzubringen, mag hier noch soviel erwähnt werden, dass bewurzelte Stecklinge rascher — oft schon nach 24 Stunden — reagieren als nicht bewurzelte; es empfiehlt sich also, von vornherein lediglich mit angewurzelten Stecklingen zu arbeiten.

Bisher ist es mir noch nicht gelungen, die an der *Callisia* beobachtete Erscheinung an anderen Pflanzen, selbst nicht an den nahe verwandten *Tradescantia*-Arten nachzuweisen. Vielleicht handelt es sich hier lediglich um eine Quantitätsfrage; doch darüber fehlen mir noch sichere Anhaltspunkte; ebenso wurden über etwaige Beeinflussung der Reaktion durch andere Faktoren, über Reizleitung usw. vorläufig nur orientierende Versuche angestellt, über deren Ergebnisse in der ausführlicheren Abhandlung berichtet werden wird. Jedenfalls handelt es sich bei der hier mitgeteilten Erscheinung um einen Fall von reiner Chemonastie, der sich von den bisher bekannten Beispielen vor allem darin unterscheidet, dass die gleichartige Bewegung nicht durch andere Reize ausgelöst wird (vergl.

Dionaea, *Pinguicula*, *Mimosa*, Ranken[1]), wodurch das Studium chemonastischer Reizbewegungen ohne Frage erleichtert wird.

Auf die Konsequenzen hinzuweisen, die sich für die Einrichtung und den Zustand der Laboratoriumsräume, die reizphysiologischen Untersuchungen dienen, aus den Beobachtungen an der *Callisia* ergeben, erübrigt sich wohl, nachdem schon RICHTER[2]) auf Grund seiner, MOLISCH's und SINGER's Untersuchungen auf die Wichtigkeit vom Laboratorium getrennter Versuchsräume aufmerksam gemacht hat

56. Hugo de Vries: Über die Dauer der Mutationsperiode bei Oenothera Lamarckiana.

Eingegangen am 12. Oktober 1905.

Auf einem verlassenen Felde zwischen 's Graveland und Hilversum, unweit Amsterdam, zeigt die *Oenothera Lamarckiana* einen Grad der Mutabilität, wie ihn bis jetzt keine andere Pflanze aufgewiesen hat. Man findet auf diesem Felde teils konstante, sich selbst fortpflanzende Nebenarten, teils solche, welche von Zeit zu Zeit aus den Samen der normalen Individuen hervorgehen, ohne selbst an Ort und Stelle ihre Samen auszubilden.

Zu den ersteren gehören die *Oenothera laevifolia* und *O. brevistylis*. Beide fand ich zuerst im Jahre 1886 und seitdem nahezu alljährlich. Die *Oenothera laevifolia* findet sich stets ungefähr an derselben Stelle des Feldes, wo sie zuerst erschien. Im Sommer 1905 fand ich dort mehrere Exemplare, welche namentlich an den eigentümlichen, oft eirunden, oft zugespitzten Blumenblättern leicht kenntlich waren.[3]) Die *Oenothera brevistylis* hat im Laufe der Jahre, wegen der Ausdehnung der Bepflanzung mit Eichen, ihren Platz gewechselt, ohne jemals zu verschwinden; ich sammelte im Frühling dieses Jahres eine Rosette, welche seitdem in meinem Garten geblüht hat.

Die sich wiederholenden Mutationen beobachtet man teils auf dem Felde selbst, teils wenn man dort Samen einsammelt und diese im Garten aussät. So beobachtete ich z. B. daselbst im September 1902 die *Oenothera lata* in Blüte, und erhielt ich sie ebenfalls in meinem Garten aus im Herbst 1901 im Freien gereiften Samen.

---

[1]) Literatur bei PFEFFER, Physiologie II, S. 462.

[2]) Pflanzenwachstum in Laboratoriumsluft. Diese Berichte 1903, S. 194.

[3]) Für die Beschreibung und für die Abbildungen dieser und der übrigen neuen Arten verweise ich auf: Die Mutationstheorie, Bd. I, 1901. S. 212ff.

Diese Fähigkeit zu mutieren hat sich in den Kulturen meines Gartens erhalten und zeigte sich ebenfalls in anderen botanischen Gärten, denen ich meine Samen zugesandt habe. Sie wurde namentlich im botanischen Garten zu New York von Dr. D. T. MAC DOUGAL, Miss A. M. VAIL, Dr. G. H. SHULL und Dr. J. K. SMALL ausführlich studiert. Die von diesen Forschern bis dahin erzogenen Mutanten stimmen genau mit den in Amsterdam beobachteten überein,[1]) während der Wert der unterscheidenden Merkmale und die Berechtigung, die neuen Formen als Arten von der *Oenothera Lamarckiana* zu trennen, durch die statistischen Ermittelungen von Dr. SHULL in ein klares Licht gestellt wurden.[2]).

In meiner Mutationstheorie musste ich es unentschieden lassen, ob diese Mutabilität an Ort und Stelle entstanden sei, oder ob sie vielleicht bereits zu Anfang in den ausgesäten Samen vorhanden war.[3])

Um diese Frage zu beantworten, habe ich schon damals Samen aus dem Grosshandel bezogen, hatte aber erst neuerlich die Gelegenheit, diese in befriedigender Weise auf ihren etwaigen Gehalt an Mutanten zu prüfen. Um jeder Gefahr vorzubeugen, kaufte ich diese Samen kurze Zeit bevor ich diejenigen meiner eigenen Kulturen dem Tauschhandel der botanischen Gärten übergab.

Die eine Probe wurde im Winter 1901—1902 von den Herren HAAGE und SCHMIDT in Erfurt bezogen. Ihr Studium war namentlich deshalb wichtig, weil auch die Pflanzen des oben erwähnten Fundortes aus einer Erfurter Gärtnerei stammten. Aus diesen Samen erzog ich über 2000 Keimlinge und erhielt darunter eine Rosette von *Oenothera rubrinervis*, eine von *Oenothera oblonga* und drei Pflanzen von *Oenothera nanella*, von denen eine reichlich geblüht hat. Dazu kamen noch ein Dutzend Keimpflanzen, welche deutlich abweichende Merkmale zeigten, welche es mir aber nicht gelang, soweit zu kultivieren, dass eine sichere Bestimmung möglich geworden wäre. Die *Oenothera rubrinervis* und *O. nanella* sind bekanntlich bereits in jungen, wenigblättrigen Rosetten leicht und sicher zu erkennen, während das Exemplar der *Oenothera oblonga* eine kräftige Rosette von 30 bis 40 Wurzelblättern von über 20 *cm* Länge bildete und bis in den Winter die Merkmale ihrer Art deutlich zeigte.

---

[1]) D. T. MAC DOUGAL, assisted by A. M. VAIL, G. H. SHULL and J. K. SMALL, Mutants and Hybrids of the Oenotheras, Carnegie Institution of Washington, Publication 24, Exp. Evol. Station, Cold Spring Harbor No. 2. 1905. Ferner MAC DOUGAL, Mutations in plants. Contrib. N. Y. Bot. Garden No. 48. 1903.

[2]) Dr. G. H. SHULL, ebendaselbst S. 36—55.

[3]) Vergl. Die Mutationstheorie Bd. I, S. 217, und Species and Varieties: their Origin by Mutation, Chicago 1905, Chapter XVIII. Die in diesen beiden Werken entwickelten Ansichten wurden namentlich in der Sitzung der American Society of Naturalists im Dezember 1904 zu Philadelphia einer vielseitigen Kritik unterzogen. Vergl. die Vorträge von CASTLE, CONKLIN, DWIGHT, BAILEY, WHEELER und MAC DOUGAL in Science N. S. Vol. XXI. No. 536. S. 521—543. Von sonstigen Kritiken hebe ich hier nur hervor L. PLATE, Die Mutationstheorie im Lichte zoologischer Tatsachen. Cps. rs. 6e Congrès intern. de Zoologie, Berne 1904, S. 203 und G. H. SHULL, Species and Varieties, Torreya Vol. 5. Mai 1905, S. 89. Die Beziehungen zwischen Selektion und Mutation sind namentlich von T. H. MORGAN auseinandergesetzt worden in The Popular Science Monthly, Mai 1905, S. 54.

Die andere Probe erhielt ich von den Herren VILMORIN, ANDRIEUX & CO. zu Paris im Winter 1898—1899. Einen Teil dieser Samen säte ich im Jahre 1899 aus und befruchtete die Blüten mit ihrem eigenen Blütenstaub unter Ausschluss des Insektenbesuches. Die davon geernteten Samen dienten mir zur Ermittelung der Mutabilität. Ein Versuch ergab auf 3500 Keimlinge 14 *Oenothera nanella*, 3 *O. lata*, 3 *O. scintillans*, 1 *O. albida*, 1 *O. oblonga* und einige sonst abweichende Formen. Also im ganzen etwa 0,7 pCt. Mutanten. Eine zweite Probe gab auf 600 Keimlinge 3 *Oenothera lata*, 1 *O. nanella* und eine Pflanze, welche anfänglich die Merkmale der *Oenothera rubrinervis* zeigte, aber durch einen Zufall zu früh verloren ging.

Aus diesen Kulturen geht somit hervor, dass auch die im Handel befindlichen Samen Mutationserscheinungen zeigen und dabei dieselben Formen hervorbringen, welche auf dem erwähnten Felde und in meinen Kulturen die häufigsten sind. Es ist daher klar, dass die Mutationsperiode nicht auf jenem Felde entstanden ist, wo die Verbreitung der *Oenothera Lamarckiana* etwa 1875 angefangen hat, sondern dass ihr Anfang wenigstens bis auf den gemeinschaftlichen Ausgangspunkt der besprochenen Kulturlinien zurückzuführen ist.

Dieser Ausgangspunkt fällt, allem Anscheine nach, mit der Einfuhr der Pflanze aus Amerika in die europäischen Gärtnereien zusammen. Die Handelsfirmen HAAGE und SCHMIDT und VILMORIN haben die *Oenothera Lamarckiana* zum ersten Male in ihren Samenkatalogen von 1862 bezw. 1863 angeboten, nachdem sie selbst ihre Samen von einer anderen Handelsgärtnerei bezogen hatten.[1])

Die Samenhandlung von ERNST BENARY zu Erfurt, aus deren Kulturen die jetzt bei Hilversum wild wachsenden Oenotheren stammen, hat die *Oenothera Lamarckiana* zum ersten Male im Jahre 1861 in ihrem Katalog aufgeführt, und zwar infolge einer Empfehlung

---

1) Diese Angaben verdanke ich der Freundlichkeit der Herren HAAGE und SCHMIDT in Erfurt und des Herrn JACQUES L. DE VILMORIN in Paris. Es sei mir gestattet, ihnen dafür an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Die Firma HAAGE und SCHMIDT hat die Samen direkt aus England, die Herren VILMORIN haben die ihrigen ein Jahr später von einem anderen Samenhändler bezogen.

der Royal Horticultural Society in London.[1]). In der Illustration Horticole von 1862 (Tafel 318) teilt der Herausgeber, CH. LEMAIRE, mit, dass Herr AMBROISE VERSCHAFFELT, der bekannte Handelsgärtner in Gent (Belgien), gleichfalls um dieselbe Zeit zuerst die Kultur dieser Pflanze eingeführt hat. Er bezog seine Samen von den Herren CARTER & CO., Handelsgärtnern zu High Holborn bei London, welche sie damals dem Grosshandel darboten. Diese hatten die Pflanze aus Samen erzogen, welche sie drei oder vier Jahre vorher aus Texas bekommen hatten. Die Samen waren ohne Namen eingeführt; die Pflanze wurde von LINDLEY bestimmt [2])

Diese gleichzeitige Einfuhr durch die hervorragendsten Gärtnereien deutet auf eine gemeinsame Quelle hin, und so darf man annehmen, dass die jetzt in den europäischen Gärten verbreiteten Oenotheren von LAMARCK wohl alle von jenen aus Texas eingeführten Samen abstammen. Über die Herkunft und das fernere Loos der Pflanzen, welche LAMARCK das Material zu seiner Beschreibung lieferten, scheint dagegen nichts bekannt zu sein.[3])

Verbindet man nun die oben mitgeteilten Ergebnisse meiner Kultur mit diesen historischen Angaben, so gelangt man zu der Schlussfolgerung, dass die jetzige Mutationsperiode der *Oenothera Lamarckiana* wenigstens ungefähr ebenso alt ist, wie ihre Einfuhr aus Texas in Europa.

Zwei Punkte bleiben dabei vorläufig noch unentschieden. Sie betreffen die Frage, ob die Fähigkeit, neue Formen hervorzubringen, mit einem Male oder für jede Form getrennt bzw. gruppenweise entstanden ist. Die *Oenothera laevifolia* und *O. brevistylis* wurden bis jetzt nur auf dem Felde zu Hilversum gefunden, und die sehr seltene *Oenothera gigas* ist nur in meinen Kulturen entstanden. Vielleicht ist die Fähigkeit, sie hervorzubringen, nicht nur eine beschränkte, sondern auch eine jüngere.

Der andere Punkt betrifft die Frage, ob die Mutationsperiode nach der Einfuhr und vielleicht als Folge von dieser eingetreten ist, oder ob den aus Texas eingeführten Samen bereits die betreffenden Fähigkeiten innewohnten. Um diese Frage zu entscheiden, müsste man Samen von den wilden Standorten der *Oenothera Lamarckiana* prüfen können, diese aber hat man in neuerer Zeit noch nicht wieder gefunden.

---

[1]) Auch Herrn BENARY gestatte ich mir für die freundliche Mitteilung obiger Daten meinen Dank auszusprechen.

[2]) Floral Magazine 1862 und namentlich L'Illustration Horticole 1862, Tafel 318 und Beischrift. Vergl. auch MAC DOUGAL, Hybrids and Mutants, S. 5.

[3]) In seinen berühmten Katalogen des Jardin des Plantes zu Paris führt DESFONTAINES die *Oenothera Lamarckiana* bzw. die *Oenothera grandiflora* Lam. nicht auf in den Ausgaben von 1804 und 1815, wohl aber in derjenigen von 1829. (Tableau de l'école de botanique 1804 und 1815 und Illustration Horticole 1862, IX, Mars 1862, 4.

Um die Heimat unserer Pflanze zu ermitteln, habe ich im vorigen Jahre an verschiedenen Universitäten und botanischen Gärten in Amerika das Herbarmaterial der Untergattung *Onagra*, zu der unsere Art gehört, verglichen. Ich untersuchte zehn verschiedene Herbare und fand sie nur in drei vertreten und folgere daraus, dass die Pflanze wenigstens nicht stark verbreitet ist. Die betreffenden Exemplare wurden unter dem Sammelnamen *Oenothera biennis*, ohne nähere Bezeichnung, aufbewahrt. In Verbindung mit Dr. N. L. BRITTON, Direktor und Dr. D. T. MAC DOUGAL, Unter-Direktor des botanischen Gartens zu New York, fand ich in dem dortigen Herbar ein Exemplar, welches von A. W. CHAPMAN in Florida gesammelt war (vor 1860).[1]) Von demselben Sammler wird ein zweites, gleichfalls aus Florida stammendes Exemplar im Herbar der Missouri Botanical Gardens in St. Louis aufbewahrt, wo ich es durch die Gefälligkeit des Herrn Direktors Dr. W. TRELEASE auffinden konnte. Ferner fand ich unter der freundlichen Leitung von Dr. JOHN W. HARSHBERGER im Herbar der Akademie der Wissenschaften in Philadelphia ein Exemplar, welches von C. W. SHORT unweit Lexington in Kentucky gesammelt war[2]). An den betreffenden Stellen hat man aber seitdem die *Oenothera Lamarckiana* nicht mehr beobachtet, was wohl zum Teil dem Mangel an genauen Angaben über die betreffenden Standorte zugeschrieben werden muss. Die wahrscheinliche Heimat unserer Pflanze ist also im südlichen Teile der Vereinigten Staaten zu suchen, aber bis es gelingt, sie dort wieder zu sammeln, muss die Frage, ob sie bereits im wilden Zustande mutiert, unentschieden bleiben.

In meiner Mutationstheorie habe ich die Vermutung ausgesprochen, dass die *Oenothera Lamarckiana* die Fähigkeit, Zwerge hervorzubringen, vielleicht von ihren Vorfahren geerbt hat.[3]) Ich gründete diese Ansicht damals auf das Verhalten der *Oenothera nanella* bei Kreuzungen mit *Oenothera biennis*. Seitdem habe ich aber eine Beobachtung gemacht, welche ein mehr direktes Argument für diese Meinung bietet. Eine Unterart der *Oenothera biennis* hat in meinem Garten durch Mutation eine *Nanella*-Pflanze hervorgebracht.

In meinem Buche habe ich (Bd. II S. 599) eine von meinem Sohne ERNST im Jahre 1900 unweit Santpoort in Holland im Freien aufgefundene Mutation von *Oenothera biennis* als *Oenothera biennis cruciata* beschrieben. Sie unterscheidet sich von der gewöhnlichen Form durch kleine linealische Blumenblätter, ein Merkmal, welches bei *Oenothera cruciata* Nutt. (aus den Staaten Vermont und New York) spezifischen Wert hat. Diese neue Form habe ich im Jahre 1901 zuerst und seitdem alljährlich in vielen Hunderten von Exemplaren kultiviert. Die einzige Abweichung, welche sich dabei zeigte, war eine Zwergpflanze, welche im Jahre 1903 plötzlich und unvermittelt auftrat. Sie hatte die Blätter der *Oenothera biennis*, aber eine dicht gedrungene Rosette, ähnlich wie die *Oenothera nanella*, und kleine linealische Blumenblätter, wie ihre Mutter. Sie erreichte nur eine Höhe von etwa 30 *cm*, fing erst Mitte September zu blühen an und brachte demzufolge nur zwei keimfähige Samen. Aus diesen erzog ich im Sommer 1905 zwei kräftige Pflanzen, von denen die eine mit cruciaten Blüten blühte, die andere aber eine grosse Rosette von Wurzelblättern hervorbrachte. Beide wiederholten genau die Merkmale ihrer Mutter. Die neue Form scheint somit konstant zu sein, was aber erst durch fortgesetzte Kultur endgültig festgestellt werden kann.

---

[1]) Vergl. MAC DOUGAL, Hybrids and Mutants, S. 6.

[2]) Vergl. HARSHBERGER, Torreya Vol. 5, Aug. 1905, S. 147.

[3]) Mutationstheorie II, S. 459.

Die Fähigkeit der *Oenothera biennis cruciata*, Zwerge hervorzubringen, mag vielleicht unabhängig von der entsprechenden Fähigkeit der *Oenothera Lamarckiana* entstanden sein. Wahrscheinlicher erscheint es mir aber, dass beide auf einen gemeinschaftlichen Ursprung zurückzuführen sind und dass diese übrigens im Pflanzenreich sehr verbreitete Mutabilität von den gemeinschaftlichen Vorfahren herrührt.

Nach dem Mitgeteilten darf es als feststehend betrachtet werden, dass die jetzige Mutationsperiode der *Oenothera Lamarckiana* in ihren Hauptzügen vor oder sofort nach ihrer Einfuhr aus Texas in Europa (etwa 1860) angefangen und seitdem sich im Wesentlichen erhalten hat.

57. Gustav Leiblinger: Über interstitienartige Strukturen in der pflanzlichen Epidermis.

Mit Tafel XVII.

Eingegangen am 13. Oktober 1905.

Die typischen Bauverhältnisse der Epidermis finden ihren anatomischen Ausdruck darin, dass durch fortgesetzte, zumeist antiklin orientierte Teilungswände ein einschichtiger, die Organe umschliessender Gewebemantel gebildet wird, zwischen dessen in der Regel lückenlos zusammenhängenden Zellen die Bildung von Interstitien in strengster Abhängigkeit vom Auftreten von Spaltöffnungen zustande kommt.

Aus bisherigen Literaturangaben ist jedoch zu entnehmen, dass in manchen Fällen in der Epidermis vegetativer Organe sich Areale vorfinden, welche von Zellräumen nicht erfüllt sind und infolge dessen der seitliche Kontakt der Epidermiszellen auf Strecken von wechselnder Ausdehnung aufgehoben erscheint.

Die erste Angabe über diese Ausbildung verdanken wir MILDE[1]). Er beschreibt dieselben ausführlich für das Mittelstück der geflügelten Blattbasis von *Osmunda regalis* L., *Cinnamomea* L., *Claytoniana* L. und *Todea rivularis* L. Aus seinen Befunden würde hervorgehen, dass die Epidermiszellen Intercellularräume zwischen sich lassen, welche in der Flächenansicht elliptisch oder kreisrund und manchmal so gross wie die Zellen selbst sind. Er gibt diesen Bildungen die Deutung von Interstitien an der Dorsal- und Ventralfläche der Epidermis der geflügelten Blattbasis und bezeichnet dieselben als Ausgänge der das darunterliegende Parenchym durchsetzenden und mit Luft erfüllten Kanäle. Im Anschluss an diesen Befund teilt MILDE das Resultat der von KNY[2]) an demselben Objekte vorgenommenen Nachuntersuchung mit. Auf Grund letzterer gelangt KNY zur Auffassung, dass die betreffenden Areale, welche sich als kreisförmige und elliptische Öffnungen darstellen, Mündungen von Luftlücken entsprechen, welche miteinander kommunizierend das Parenchym durchziehen. Auch bestätigt KNY das Vorhandensein einer schleimigen Substanz an der Basis der betreffenden Blätter. Er lässt es jedoch dahingestellt, ob die von MILDE beobachteten, beim Kontakt mit Wasser hervortretenden Schleimmassen von den Intercellularräumen der Epidermis oder auf andere Weise ausgeschieden werden.

Analoge Strukturen, welche durch Lockerung des seitlichen Verbandes der Epidermiszellen entstehen, hat THOMAE[3]) für *Osmunda regalis* L., *Cinnamomea* L., *Osmunda gracilis* L. und *Todea barbara* L. beschrieben und abgebildet, ohne dass dadurch eine genauere Kenntnis der betreffenden Organe erzielt worden wäre.

Analoge Bildungen glaubte WALDNER[4]) in der Epidermis der Blumenblätter von *Franciscea macrantha* Pohl (*Brunfelsia* L.) vorgefunden zu haben. Nach der Darstellung des genannten Forschers zeigen sich an den Seitenwänden der Epidermis, besonders an der Unterseite derselben, linsenförmige oder rhombische Räume. Wie

---

[1]) MILDE, Monographia Generis Osmundae. Vindobonae, 1868.

[2]) l. c. S. 86.

[3]) R. THOMAE, Die Blattstiele der Farne. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XVII.

[4]) M. WALDNER, Über eigentümliche Öffnungen in der Epidermis von *Franciscea macrantha* Pohl. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissensch., Math.-Naturw. Classe, Bd. LXXVII, I. Abth., März 1878.

WALDNER angibt, entspringen die den besagten Raum begrenzenden Wandstücke als balkenförmige, in das Zelllumen vorspringende Fortsätze, die auch an den ausspringenden Winkeln vorkommen und Membranfaltungen entsprechen. An Querschnitten will WALDNER konstatiert haben, dass die besagten Räume Lücken der Epidermis darstellen, durch die ganze Tiefe derselben gehen und in darunter befindliche ansehnliche Intercellularräume einmünden.

HILLER[1]) gelangte auf Grund gründlichster Untersuchungen zu einer wesentlich verschiedenen Auffassung der von MILDE und WALDNER beschriebenen Befunde. Er findet nämlich, dass die von WALDNER angegebenen Lücken zwischen den Epidermiszellen mit wirklichen Interstitien absolut gar nichts zu tun haben. Es konnte HILLER von einer Öffnung nach aussen nach Behandlung der Querschnitte mit Jod nichts bemerken. Er hält es daher für zweifellos, dass die von WALDNER beschriebenen Strukturen nicht als Öffnungen in der Epidermis, sondern nur als intercellulare, durch die Kutikula abgeschlossene Lücken zwischen den Zellen der Epidermis zu betrachten sind. In Bezug auf die Strukturen, welche zuerst von MILDE an den vorher genannten Objekten beobachtet wurden, ergeben die Untersuchungen HILLER's bloss eine Bestätigung in Bezug auf die Verhältnisse, wie sich diese bei der Untersuchung der Flächenansicht darbieten. Die übereinstimmenden Angaben MILDE's und KNY's, dass es sich in diesen Fällen um die Epidermis in ihrer ganzen Dicke durchsetzende Lücken in jedem Falle handeln würde, konnte HILLER nicht bestätigen. Er findet nämlich, dass zwar eine grosse Anzahl der fraglichen Gebilde wirklichen Lücken in der Oberhaut entspricht, dass aber zumal kleinere Ausweitungen der Seitenwände entweder zum Teil oder vollständig von der Kutikula bedeckt sind. Die Feststellung dieser Befunde gelang HILLER durch Behandlung von Flächenschnitten der betreffenden Epidermen mit Jod. Mit Rücksicht darauf stellt HILLER die MILDE'schen Strukturen mit denjenigen in Parallele, die sich aus lokaler Spaltung der Seitenwände der Epidermiszellen von Korollenblättern mit darauffolgendem Auseinanderweichen der betreffenden Membranteile ergeben und die bekannte Rippung an den betreffenden Seitenwänden bewirken. In Bezug auf die durch letztere bedingte Struktur gelang es HILLER, mit vollster Sicherheit nachzuweisen, dass die zwischen den auseinanderweichenden, sich nach innen vorwölbenden Teilen der Epidermiszellen befindlichen, scheinbar sich wie Interstitien präsentierenden Räume, von einer kontinuierlich verlaufenden Kutikula überspannt sind. Dem

---

1) G. H. HILLER, Über Intercellularlücken zwischen den Epidermiszellen der Blütenblätter. (Vorläufige Mitteilung.) Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch., Bd. II. 1884. — Untersuchungen über die Epidermis der Blütenblätter. Jahrb. für wiss. Botanik, Bd. XV, 1884.

Umstande, dass über einzelne bei Osmundaceen vorkommenden Epidermisstücken eine diese überspannende Kutikula nicht mehr nachgewiesen werden konnte, betrachtet HILLER als ein Moment von ganz irrelevanter Bedeutung und keineswegs als Beweis für die Richtigkeit der Deutung, welche MILDE und KNY den betreffenden Strukturen gegeben hatten. Er weist nämlich darauf hin, dass ein Zersprengen der überdeckten Kutikularpartien in den betreffenden Blattteilen durch äussere Einflüsse, und zwar durch anliegende Erdpartikelchen oder herumkriechende Insekten zustande kommen kann. HILLER betrachtet es aber nicht als ganz ausgeschlossen, dass eine offene Kommunikation der epidermalen Lücken nach aussen auch durch Wachstumsvorgänge zustande kommen könnte. Betreffs der Angaben, welche sich auf den von WALDNER untersuchten Fall beziehen, führt HILLER den Nachweis, dass die betreffenden Strukturen mit einem frei nach aussen mündenden Interstitium gar nichts zu tun haben, da das Vorhandensein einer abschliessenden Kutikula mit Sicherheit auch in diesem Falle konstatiert werden konnte.

Aus der angeführten Litteratur ist zu entnehmen, dass Strukturen der Epidermis, welchen die Deutung der Epidermiszellen durchsetzender Interstitien zukommen könnte, bei vegetativen Organen relativ sehr selten auftreten und bisher nur für die zuerst von MILDE und KNY untersuchten Farnblattstiele bekannt sind.

Gelegentlich eines die Richtungsverhältnisse von Scheidewänden bei der Zellteilung durchgeführten cytologischen Untersuchung, zu welcher Schalen und Blätter von Zwiebeln einiger Monokotyledonen verwendet wurden und die an anderer Stelle veröffentlicht werden sollen, gelangte ich bei *Allium*-Arten zur Kenntnis von Strukturen, welche nicht nur denen in der Epidermis der erwähnten Farnblattstiele entsprechen, sondern die betreffenden Bauverhältnisse in noch viel prägnanterer Ausprägung erkennen lassen. Diesem bisher noch nicht bekannten Fall ist die nachfolgende Besprechung gewidmet. Obwohl ich nur *Allium Cepa* L. einer genaueren Untersuchung unterziehen konnte, so glaube ich dennoch auf Grund der von mir ermittelten Befunde annehmen zu müssen, dass die zu beschreibenden, höchst auffallenden Eigentümlichkeiten des Baues innerhalb des betreffenden Formenkreises von allgemeiner Verbreitung sein dürften.

Die älteren saftigen Schalen von *Allium Cepa* L. entspringen mit dünner Basis am Stammteil und erreichen successive in der Höhe des grössten Durchmessers der Zwiebel ihre grösste Dicke. Weiter nach oben nimmt die Dicke der Schalen allmählich ab, wobei das saftführende Gewebe ohne scharfe Grenze in den trockenhäutigen Teil übergeht. Die Lamina des Laubblattes setzt sich nach abwärts in eine ringsum geschlossene, röhrige Scheide fort, deren oberer Rand bekanntlich als sehr dünne, häutige Ligula vorwächst, und deren Insertionsstelle die Längsachse der Scheide unter schiefem Winkel trifft. An der Lamina des Blattes sind von der Insertionsstelle des Ligulahäutchens an die längstbekannten Organisationsverhältnisse der Epidermis in bezug auf Reihenanordnung der Stomata vorhanden, so dass längere oder kürzere Abschnitte von tafelförmigen Epidermiszellen mit Spaltöffnungen alternieren. Die eine Zeitlang als Reservestoffbehälter persistierende Zwiebelschale[1]) entspricht bekanntlich dem unteren durch entsprechendes Wachstum vergrösserten Teil der Blattscheide, deren oberer Teil abstirbt. Durch eingetrocknete Reste des letzteren wird jede Schale nach oben hin abgeschlossen. Diese abgestorbene, ohne scharfe Grenze in das lebenstätige Gewebe übergehende Zone besitzt dieselbe Beschaffenheit wie die trockenhäutigen, die ganze Zwiebel einhüllenden Schalen, welche die ihnen zukommende Eigentümlichkeit allmählich im Laufe ihrer Resorption erlangen. Letztere schreitet während der Entwicklung des Laubsprosses, in die der Resorption anheimfallenden Schalen, in zentrifugaler Richtung fort, so dass die Epidermiszellen der Aussenseite der Zwiebelschalen am spätesten ihre Vitalität einbüssen. Die auffälligsten, die Resorption[2]) begleitenden Erscheinungen äussern sich in zweifacher Weise. Es werden zunächst die Membranen der kollabierenden Zellen von einer gegen die angewandten Reagentien und Tinktionsmethoden sich sehr indifferent verhaltenden Substanz infiltriert, durch welche das Lichtbrechungsvermögen dieser erhöht, hingegen die Quellbarkeit im Wasser in einem sehr hohen Grade herabgesetzt wird. Schon relativ frühzeitig macht sich ferner in der Epidermis der unmittelbar unter derselben befindenden Parenchymschicht die Ablagerung von Kalkoxalat bemerkbar, welches hier, was bei Monokotyledonen wohl nicht sehr häufig vorkommt, in prismatischer Form auftritt[3]).

Untersuchen wir an einer älteren Zwiebelschale die noch nicht resorbierten Partien, so bietet sich uns folgender anatomische Bau dar.

Bekanntlich weist die Epidermis der Zwiebelschalen an der Aussen- und Innenseite einen Bau auf, wie er in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle monokotylen Blättern zukommt.

---

[1]) Ich möchte betreffs dieser Verhältnisse auf die sehr instruktiven Figuren in J. v. SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, 2. neubearbeitete Auflage. Leipzig 1887 S. 49 und S. 69 hinweisen.

[2]) In der Blattscheide verläuft die Resorptionszone in der ganzen Länge des Scheidenteils. Die Bildung letzterer kommt auf sehr frühen Entwicklungsstadien zustande, lange bevor das Blatt seine definitive Ausbildung erlangt hat.

[3]) Die Kristalle sind relativ sehr gross und in hinlänglich durchscheinenden Schalenstücken nach kurzer Aufquellung in H_2O sofort sichtbar, ein vorzügliches Demonstrationsobjekt liefernd.

Die Epidermiszellen der Aussenseite von Zwiebeln jedweden Alters befinden sich, abgesehen von den nur sehr spärlich auftretenden Spaltöffnungen, in völlig lückenlosem Verbande. An der basalen Region besitzen die anisodiametrischen Epidermiszellen parallel orientierte Seitenwände; die basi- und akroskopen Querwände sind unter schiefem Winkel orientiert. Gegen die mittlere Region hin verbreitern sich die Zellen unter bedeutender Verkürzung des Längsdurchmessers, welche Dimensionen so ziemlich im oberen bis an den trockenhäutigen Teil beibehalten werden. Irgendwelche sonstigen Strukturverhältnisse und Baueigentümlichkeiten sind nicht vorhanden.

Ein abweichendes Verhalten bietet hingegen die Epidermis der Innenseite dar. Diese überzieht einen Komplex kollabierter und entleerter Zellen, so dass die Ablösung dieser absolut keine Schwierigkeiten darbietet; aus diesem Grunde können Epidermisstreifen auch von sehr grosser Ausdehnung für die Untersuchung gewonnen werden.

Im Speziellen sei über den Bau der Epidermis folgendes angegeben: Die Dimensionen dieser im allgemeinen lang-tafelförmigen Zellen bieten innerhalb der einzelnen Regionen der Zwiebelschuppen in Bezug auf ihre Grössenverhältnisse anffallende Schwankungen dar. Die Breite schwankt zwischen 15 bis 20 μ, die Länge zwischen 70 bis 90 μ. Interstitien sind zwischen den sehr deutlich getüpfelten Seitenwänden ebenso wenig wie an den zur Längsachse mehr oder minder horizontal orientierten Querwänden vorhanden. Gegen die Basis hin nimmt die Breitendimension allmählich ab und schwankt in der Region, welche ungefähr 2 *cm* über dem Schalengrunde liegt, zwischen 9 bis 13 μ. Die Dicke der Membranen nimmt in demselben Masse, als man sich dem Zwiebelgrunde nähert, allmählich ab; in demselben Grade verliert die Tüpfelung[1]) der Seitenwände an Prägnanz. In einer Region, welche einem ungefähr 2 *cm* breiten Streifen entspricht, dessen untere Begrenzung 1 *cm* vom Schalengrunde entfernt ist, sind ebenfalls zwischen den Seitenwänden Interstitien nicht vorhanden. Mit Annäherung an die Zone, innerhalb welcher Interstitien auftreten, erfährt die Breitendimension eine weitere Verkleinerung und erreicht schliesslich nur 3 μ. Dafür erreichen die betreffenden Zellen in der Richtung der Längsachse bei weitem grössere Dimensionen in ihrem Verhältnisse zur Breite, als die Zellen der höheren Regionen. Es stellen somit diese Zellen schmale Prismen mit in der Flächenansicht fast parallel verlaufenden Seitenwänden und die Längsachse

---

1) Eine klassische Darstellung der Tüpfel hat der bekannte Pflanzenanatom ED. TANGL — leider der Wissenschaft zu früh entrissen — in seiner berühmten Arbeit: „Zur Lehre von der Kontinuität des Protoplasmas im Pflanzengewebe“ gegeben. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wissenschaften, Bd. XC, Abt. I, Jahrgang 1884, S. 16.

vertikal oder unter einem schiefen Winkel durchschneidende Endflächen dar. Die starke Neigung letzterer hat oft die Ausbildung keilförmiger Zuschärfungen zur Folge, die zwischen diesen Zellen — besonders an jüngeren und ganz jungen Zwiebelschalen — eine Art prosenchymatischen Verbandes herstellen. Die Zellen der ursprünglichen Zuwachszone erscheinen in der Richtung der Längsachse verkürzt, unter gleichzeitiger Abnahme des Längsdurchmessers, so dass hier einzelne Zellen nahezu isodiametrisch werden. Bei Untersuchung dieser Region fallen sofort die zwischen den Zellwänden vorhandenen Interstitien auf.

In einer Höhe, welche zum Teil über den grössten Schalenumfang hinaufreicht, aber auch ziemlich häufig unterhalb dieser Zone, machen sich an der Epidermis und zwar an den Seitenwänden abweichende Bauverhältnisse bemerkbar.

Es erscheinen nämlich die Wandpartien zwischen den Tüpfelflächen je nach ihrer Ausdehnung, linsen- oder kugelförmig erweitert (Fig. I, II). Ganz besonders auffallend ist die Struktur dann, wenn an längeren Seitenwänden sämtliche zwischen den Tüpfelflächen befindlichen Membranpartien die angegebene Ausbildung vollständig erlangt haben, und so eine regelmässige Alternation zwischen den Tüpfeln und den wie eine lokale nach dem Lumen angrenzender Zellen vorspringende Verdickung aussehenden Membranteile zustande kommen.

Unter schwacher Vergrösserung betrachtet gewinnt man den Eindruck, als wären letztere von einer fast kollenchymatischen Glanz zeigenden Substanz erfüllten Hohlräume durch Auseinanderweichen zwischen den Zellen entstanden.

Die Untersuchung unter starker Vergrösserung ergibt jedoch folgenden Befund, der namentlich nach schwacher Quellung in verdünnter Schwefelsäure oder Chlorzinkjod mit ganz besonderer Deutlichkeit hervortritt. Die in das Lumen der Nebenzelle konvex vorgewölbten Membranteile sind an den einander zugewandten Seiten von gegen die Tüpfelflächen hin sich allmählich auskeilenden Auflagerungen bedeckt. Letztere bestehen aus einer ziemlich stark lichtbrechenden Substanz und sind gegen einen mittleren, spaltenförmigen hellen Raum, der an die benachbarten Tüpfelflächen ansetzt, scharf abgegrenzt. Diese Struktur tritt mit besonderer Prägnanz an stärker in die Länge gezogenen Membranauftreibungen entgegen. Innerhalb des spaltenförmigen Raumes habe ich keinerlei Andeutung irgend einer Struktur wahrgenommen. Hingegen glaube ich an den Membranauflagerungen eine sehr schwache Andeutung einer Schichtung wahrgenommen zu haben. Über letzteren Punkt habe ich zu keiner vollen überzeugenden Sicherheit gelangen können, und muss ich es dahingestellt sein lassen, ob es sich betreffs der Schichtung um eine tatsächlich vorhandene Struktur oder um einen optischen Effekt handelt.

In Bezug auf die Frage nach der stofflichen Beschaffenheit der den spaltenförmigen Raum begrenzenden Auflagerungen habe ich durch Anwendung gebräuchlicher Methoden keine sicheren Anhaltspunkte gewinnen können, muss es daher unentschieden lassen, ob wir es hier mit einem Sekretionsprodukte der Zellen oder aber in chemischer und physikalischer Beziehung veränderten Membranschichten zu tun haben.

Betreffs des zwischen diesen Auflagerungen befindlichen spaltenförmigen Areales dürfte wohl die Annahme zutreffen, dass diese der gequollenen Mittellamelle des zugehörigen Membranteiles entspricht und somit in ihrer ganzen Ausdehnung eine Fortsetzung der der Mittellamelle angrenzenden Tüpfelflächen darstellt. Damit will ich aber nicht gesagt haben, dass dieser Teil der Mittellamelle der Seitenwände sich im Zustande einer wirklichen Verschleimung befindet. Wäre dies wirklich der Fall, so müssten am Präparatenrande befindliche, durch den Schnitt getroffene Auftreibungen bei der Untersuchung im Wasser ein verändertes Aussehen gegenüber von unverletzten darbieten. Dies ist nun keineswegs der Fall und zeigen letztere die beschriebene Struktur. Hieraus wäre auch abzuleiten, dass die besagten Auflagerungen zu beiden Seiten der als Mittellamelle gedeuteten Zone nicht die Membranschleimen zukommende Affinität zum Wasser besitzen.

Spärlicher als an den Längswänden treten Auftreibungen der beschriebenen Art zwischen den Tüpfeln der Querwände auf; dafür kommt aber durch eine von den Querwänden auf die Seitenwände benachbarter Zellen sich fortsetzenden Auftreibung, die Bildung relativ sehr grosser interstitienartiger Räume zur Ausbildung, die je nach Gruppierungen der Zellen von drei oder vier derselben begrenzt werden (Fig. III, IV, V). Befinden sich derartige Räume in nicht allzu grosser Entfernung von der Epidermiszone mit normalem Bau, so lassen auch diese die für die kleineren Auftreibungen an den Seitenwänden charakteristischen Bauverhältnisse erkennen. Wie ich aus vielen Präparaten entnehmen konnte, zeigen die an die Seitenwände hier und da gegen das Lumen vortretenden, mehr oder minder in die Länge gezogenen, linsenförmigen Räume konvex umschliessende Konturen. Die von letzteren umschlossenen Räume stellen sich als mit ziemlich lichtbrechender Substanz erfüllte Interstitien dar. Eine diese Räume umschliessende Mittellamelle habe ich nie wahrnehmen können, woraus ich den Schluss ziehen möchte, dass diese eigentümlichen Strukturen mit einer lokalen Verquellung der Mittellamelle und abschliessenden Membranschicht zustande kommen.

Wie ich aus dem Vergleich dieser veränderten Partien mit der normalen Struktur entnehme, werden von der Verquellung zunächst die zwischen den Membrantüpfeln liegenden Partien ergriffen.

Die interstitienartigen Bildungen der besagten Gewebezone erreichen eine verhältnismässig ganz bedeutende Ausdehnung, und zwar trifft dies in Bezug auf längere, augenscheinlich nicht getüpfelt gewesene Membranpartien zu, und ferner die Zellkanten, in denen drei Zellen zusammentreffen.

Dieser beschriebene Bau tritt an den der Basis näheren Querzonen mit noch viel grösserer Deutlichkeit entgegen, und ergibt die Untersuchung der Epidermen Bilder, die auf den ersten Blick mit voller Sicherheit erkennen lassen, dass es sich um wirkliche, durch Auseinanderweichen von Zellwänden zustande kommende Interstitien handelt.

Die Interstitien treten vorwiegend an den Längswänden auf und erreichen ihre grösste Ausdehnung im Bereiche von Querwänden, wo dieselben von drei Zellen umschlossen erscheinen. Interstitien dieser Art erreichen mitunter eine ganz bedeutende Grösse, so dass ihr Areal demjenigen benachbarter Zellen gleichkommt. In Interstitien dieser Art ragen benachbarte Zellen sehr häufig mit stumpfen warzenartigen Prominenzen hinein, welche Begrenzung auf einen früher bestandenen Zusammenhang und zwar mittelst Tüpfelflächen hinweist. Angesichts der ausserordentlichen Verschiedenheiten in Bezug auf Ausgestaltung dieser Interstitien kann von einer speziellen Beschreibung aller beobachteten Fälle, was ihre Begrenzung und Anordnung betrifft, Umgang genommen werden, da, wie ich glaube, die diesen eigentümlichen Aufbau illustrierenden Beschreibungen hinlänglich klare Bilder zu geben imstande sind.

Mittleren Zonen gegenüber bietet die basale Region der inneren Epidermis keine Verschiedenheiten dar; wir sehen in der Tat auch hier epidermoidale Interstitien mit den aus der Ausbildung derselben sich ergebenden Konsequenzen.

Mit Annäherung an die aus nahezu isodiametrischen Zellen aufgebaute basale Region verringert sich allmählich die Ausdehnung der Interstitien, so dass die betreffende Struktur der oberen, an den normalen Teil der Epidermis sich anschliessenden Übergangszone entspricht.

In Bezug auf die beschriebenen interstitiellen Strukturen möchte ich die Bemerkung einschalten, dass Füllmassen nur in solchen von kleinerer Ausdehnung nachweisbar sind, und möglicherweise wird jene nach aussen von der wahrscheinlich noch vorhandenen Kutikula abgeschlossen (Fig. 6*a* und 6*b*). Die Frage, ob grössere Interstitien von der Kutikula überspannt werden, muss ich auf das Allerbestimmteste verneinen, und zwar auf grund von Befunden an Zerreissungspräparaten. Am Rande solcher frei ausmündenden Interstitien konnte ich in keinem Falle Begrenzungen beobachten, die vorhanden sein mussten, falls über erweiterten Räumen fraglicher Art die Kutikula erhalten bliebe.

Betreffs der Frage, welche funktionelle Bedeutung den im Vorangehenden beschriebenen Strukturen von *Allium Cepa* L. zukommt, vermag ich eine bestimmte Antwort nicht zu geben, da es mir nicht gelungen ist, hierüber eine durch Beweise gestützte Vorstellung zu gewinnen. Ich vermute jedoch, dass die Ausbildung der interstitiellen Räume doch in einiger Beziehung zur Verschleimung der subepidermalen Parenchymschicht der Innenseite der Zwiebelschalen stehen dürfte. Die gelegentliche Sprengung der äusserst feinen und zarten, über grosse Räume besagter Art hinwegziehenden Kutikula, könnte unter Vermittelung des Druckes, welchen diese Schalen durch das Wachstum der jüngeren Schalen erfahren, das Hervortreten der Schleimmassen und so einen innigen Anschluss der Schalen aneinander bewirken. Würde dies zutreffen, dann wäre die beschriebene Ausbildung der Epidermis als Schutzeinrichtung der Zwiebel gegen eindringende Nässe anzusprechen. Ob diese Anschauung, die ich mit aller Reserve vorbringe, zutrifft, muss ich vorläufig dahingestellt sein lassen.

Erklärung der Abbildungen.

Alle Figuren beziehen sich auf die innere Epidermis von *Allium Cepa* L., sind mit der Camera lucida (Zeiss) entworfen und dann ausgeführt. Die Vergrösserungen sind in Parenthesen angegeben. *Sp* = Spitze, *B* = Basis, *J* = Interstitien, *F* = Füllmassen in den kleineren Interstitien.

Fig. 1. Übergang der normalen Epidermis in die Interstitienregion. Zeiss' Okul. 2, Obj. E. (Vergr. 340.)

„ 2. Interstitienregion in einiger Entfernung von der normalen Epidermis. Zeiss' Okul. 2, Obj. DD. (Vergr. 220.)

„ 3. Basale Region. Die Interstitien erscheinen so gross wie die sie umgebenden Epidermiszellen. Zeiss' Okul. 2, Obj. DD. (Vergr. 220.)

„ 4. Region an der Basis. Zeiss' Okul. 2, Obj. E. (Vergr. 340.)

„ 5, *a* und *b*. Kleinere, von Füllmassen erfüllte Interstitien. Zeiss' Okul. 4. Obj. E. (Vergr. 600.)

„ 6, *a* und *b*, Interstitien knapp an der Basis. Zeiss' Okul. 2, Obj. CC. (Vergr. 600.)

58. O. Treboux: Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte.

Eingegangen am 17. Oktober 1905.

Die Beziehungen zwischen Licht und der Keimung von Moossporen sind schon wiederholt Gegenstand der Untersuchung gewesen. Trotzdem kann die Frage, ob und unter welchen Bedingungen die Sporen im Dunkeln keimen, auch heutzutage nicht als erledigt angesehen werden, da man von verschiedener Seite zu entgegengesetzten Anschauungen gekommen ist.

BORODIN trat als erster mit bestimmter experimenteller Fragestellung hervor. Seine Versuche führten zur Ansicht, dass Licht für die Keimung, wie der Farnsporen, so auch der Moossporen unumgänglich erforderlich sei. Versuchsobjekt war von Moosen nur *Polytrichum commune*; die Aussaat geschah auf Wasser des Newaflusses. Von LEITGEB wurde darauf auch für die Lebermoose im allgemeinen auf die unbedingte Notwendigkeit des Lichtes für die Sporenkeimung hingewiesen. Es wird von ihm des Spezielleren auf das Verhalten der Sporen von *Duvalia* und *Preissia* Bezug genommen.

Demgegenüber konstatierte GOEBEL, dass die Sporen von *Funaria hygrometrica* auf Nähragar mit 1—2 pCt. Traubenzucker auch im Dunkeln auskeimen und zu Protonema von beträchtlicher Grösse heranwachsen können. Auch DE FOREST HEALD beobachtete unter ähnlichen Bedingungen eine Keimung bei folgenden Arten: *Funaria hygrometrica*, *Brachythecium rutabulum*, *Bryum pendulum* und *Mnium cuspidatum*. Dabei suchte er des näheren nachzuweisen, dass eben der Traubenzucker (weniger gut Pepton) die Wirkung des Lichtes ersetzt, dass ober ohne diesen im Dunkeln, in Bestätigung der älteren Angaben, eine Keimung weder bei Laub-, noch bei Lebermoosen stattfindet.

Einer erneuten, eingehenden Untersuchung wurde die ganze Frage von N. SCHULZ unterworfen. Er kommt darauf zurück, dass die Keimung auch unter den verschiedensten sonstigen Bedingungen stets an die Gegenwart des Lichtes gebunden ist. Die Wirkung des Lichtes kann weder durch Zucker, noch durch andere Reizmittel, wie Ätherisieren, Temperaturerhöhung und — Wechsel ersetzt werden. Allerdings erhielt auch er in 2prozentiger Traubenzuckerlösung ähnliche Bilder wie bei DE FOREST HEALD, glaubt aber, dass, abgesehen vom Äusseren, solche „quasi keimende Sporen“ mit der normalen Keimung nichts zu tun haben. Die Notiz GOEBEL's scheint SCHULZ entgangen zu sein.

BORODIN (für Farne) und DE FOREST HEALD hatten gefunden, dass die Keimung ausschliesslich durch die schwächer brechbaren Strahlen des Spektrums hervorgerufen wird, während die Strahlen höherer Brechbarkeit wie Dunkelheit wirken. Wie SCHULZ es zeigt, entsprechen diese Angaben nicht den tatsächlichen Verhältnissen, da auch im blauen Lichte die Keimung von statten geht. Somit ist die Sporenkeimung nicht an irgend eine bestimmte Strahlengruppe gebunden, wie dies gewöhnlich der Fall ist, wenn das Licht für den physiologischen Prozess eine notwendige Bedingung ist, und es tritt die Frage auf, ob eine solche Abhängigkeit vom Lichte in unserem Falle überhaupt besteht.

Auch vom ökologischen Gesichtspunkte aus ist eine solche Anpassung der Keimung an ein Licht höherer Intensität, wie man dies annehmen zu müssen glaubte, nicht vorauszusehen. Unter natürlichen Bedingungen, bei dem oft schattigen Standorte und indem die Sporen durch Regen usw. zwischen die Partikelchen des Bodens gezogen werden, gelangt sicherlich ein grosser Teil derselben in eine nur schwache Beleuchtung und würde in solchem Falle seinen Zweck nicht erfüllen können. Keimt jedoch die Spore auch im Dunkeln oder bei schwacher Beleuchtung, so bleibt immer noch die Möglichkeit, dass das Protonema, analog dem keimenden Samen, durch den ihm eigenen negativen Geotropismus[1]) und positiven Heliotropismus in die für das Gedeihen günstigere Lage kommt. Von Vorteil wäre dabei der Umstand, dass sich Protonemen, wie es nach manchen Beobachtungen den Anschein hat, in der Natur gelegentlich saprophytisch ernähren können.

Versuche, die ich zur Klärung der strittigen Frage anstellte, ergaben, dass bei Lichtabschluss die Keimung der Moossporen zunächst nicht nur bei Gegenwart von Traubenzucker, sondern vor allem auch ohne solchen von statten geht. Die Verhältnisse liegen also nicht wesentlich anders als bei den Samen der Phanerogamen, insofern, als für die Keimung der Moossporen in der Regel das Licht ebenso wenig eine formale Bedingung ist, wie dort.

Dieses Resultat ist nun keineswegs auf mangelhaften Lichtabschluss in den Versuchen zurückzuführen. Die das Sporenmaterial liefernden Sporogonien waren seit dem Einsammeln im Dunkeln aufbewahrt worden; die beimpften Fläschchen wurden sofort in den Dunkelschrank gebracht und daselbst noch mit Pappkästen bedeckt.

---

[1]) Jedenfalls wachsen gerade im Dunkeln die in der Nährlösung untergetauchten Protonemafäden vertikal aufwärts.

Im Laufe einer Woche war dann bei fast allen Arten schon eine unverkennbare Keimung eingetreten. Mag man auch das Anschwellen der Spore, Platzen der Exine, Chlorophyllbildung, Stärkebildung aus dem Reserveöl nicht als sichere Anzeichen der Keimung ansehen, so lässt die Zellteilung unter Bildung eines oft mehrzelligen Keimschlauches keinen Zweifel mehr übrig.

Neben destilliertem und Leitungswasser kamen folgende Lösungen zur Verwendung: Anorganische Nährlösungen, enthaltend NH_4NO_3 0,005 pCt., K_2SO_4 0,005 pCt., $MgSO_4$ 0,005 pCt., $FeCl_3$ 0,0005 pCt. und 0,01 pCt. K_2HPO_4 oder KH_2PO_4, also entweder schwach alkalisch oder schwach sauer reagierend, und organische Nährlösungen, erhalten durch Zusatz von 0,02 und 2 pCt. reinen Traubenzuckers zu den beiden vorhergehenden. Sämtliche Medien wurden in mit Wattebausch verschlossenen, 2—3 *ccm* der Flüssigkeit enthaltenden Fläschchen sterilisiert.

Die Aussaat der Sporen wurde stets steril angesetzt, um gegen die Störungen, die durch Entwicklung fremder Organismen hervorgerufen werden, geschützt zu sein. Das Bereiten der Reinkulturen macht durchaus nicht die Schwierigkeiten, wie man dies nach Bemerkungen von DE FOREST HEALD und anderen annehmen könnte. Im Gegenteil erhält man solche mit einer Einfachheit und Sicherheit, die eine häufigere Anwendung derselben voraussehen lassen. Man braucht z. B. nur die Mooskapsel durch Abschneiden des Peristoms mit durch die Flamme geführtem Skalpell zu öffnen, den Inhalt auf einen ebenso sterilisierten Objektträger zu verschütten und von den dabei gebildeten Sporenhäufchen abzuimpfen. Da die Sporen von verschiedenen Sporogonen mitunter merkliche Unterschiede in betreff ihrer Keimfähigkeit aufweisen, ist es bei vergleichenden Versuchen nötig, die Sporen ein und demselben Sporogone zu entnehmen.

Die geprüften Arten waren folgende: *Funaria hygrometrica* L., *Ceratodon purpureus* (L.) Brid., *Physcomitrium pyriforme* (L.) Brid., *Trematodon ambiguus* (Hedw.) Hornsch., *Leptobryum pyriforme* (L.) Schimp., *Webera nutans* (Schreb.) Hedw., *Bryum argenteum* L., *B. intermedium* (Ludw.) Brid., *B. pseudotriquetrum* (Hedw.) Schwägr., *B. pallens* Sw., *B. alpinum* Huds., *B. caespititium*, *Bryum* spec., *Plagiobryum Zierii?* (Dicks.) Linds., *Polytrichum commune* L., *P. strictum* Banks., *P. juniperinum* Willd., *Amblystegium subtile* Hedw., *Dicranum undulatum* Ehrb., *Dicranella cerviculata* (Hedw.) Schimp., *Sphagnum* spec., *Marchantia polymorpha* L., *Pellia epiphylla* (Dill.) Gottsche, *Reboulia hemisphaerica* (L.) Raddi.

Mit Ausnahme von *Pellia* und *Reboulia*, welche an demselben

---

[1] Herr M. ALEXENKO war so liebenswürdig, mich bei der Bestimmung der Moose zu unterstützen.

Tage, an dem sie gesammelt worden, ausgesät werden, kamen die meisten Arten erst nach Wochen oder Monaten zur Aussaat. Nach etwa einjährigem Aufbewahren jedoch war bei einigen Arten die Keimungsfähigkeit schon eine geschwächte. Die Versuche wurden bei Zimmertemperatur zu verschiedenen Jahreszeiten, hauptsächlich in den Monaten Juni und Juli ausgeführt.

Das Verhalten der verschiedenen Moosarten weist in den Hauptzügen gewisse Regelmässigkeiten auf, so dass ein Eingehen auf die Einzelheiten der vielen Versuche unterbleiben kann. Vor allem fällt der begünstigende Einfluss auf, den das hell diffuse Licht bei fast allen Arten auf die Keimung der Moossporen ausübt, während ein solcher bei Samen sich wohl nur ausnahmsweise oder in geringerem Masse bemerkbar macht. Besonders ausgeprägt ist der Unterschied zwischen Licht- und Dunkelkultur bei den zuckerfreien, geringer, zuweilen kaum vorhanden bei den zuckerhaltigen Lösungen. Natürlich ist hier und im folgenden nur eine Beschleunigung im Beginn der Keimung und in der Entwicklung der ersten Keimungsstadien gemeint, die nicht etwa indirekt auf einer besseren Ernährung beruht, so lange noch die Spore reichlich Reservestoffe enthält.

Einen merklichen Vorsprung zeigen darauf in der Regel die zuckerhaltigen Nährlösungen im Vergleich zu den anorganischen, was namentlich in den Dunkelkulturen hervortritt. Diese Reizwirkung des Zuckers äussert sich schon in der 0,02prozentigen Lösung und ist wohl auch bei noch schwächeren Konzentrationen von Einfluss. In den Versuchen DE FOREST HEALD's mit derselben *Funaria hygrometrica* bedurfte es dagegen einer Konzentration von $^1/_{135}$ *g*-Molekül (= 0,13 pCt.), um überhaupt eine Keimung im Dunkeln hervorzurufen, während bei $^1/_{225}$ *g*-Molekül (= 0,08 pCt.) die Wirkung schon ausblieb. In den Zuckerkulturen tritt oft eine auffallend starke Anschwellung der Spore mit übermässiger Stärkespeicherung ein, was, wie oben erwähnt, SCHULZ davon abhielt, die stattfindenden Vorgänge als Keimung anzuerkennen. Diese Erscheinungen stehen aber nur mit der zu reichlichen Zuckerzufuhr im Zusammenhang; sie sind bei 0,02 pCt. Zucker schon viel weniger ausgesprochen als bei 2 pCt. und fallen in der zuckerfreien Lösung ganz weg.

Was die zuckerfreien Lösungen betrifft, so wirken die anorganischen Nährlösungen günstiger auf die Keimung als destilliertes und Leitungswasser. Destilliertes Wasser ist sehr häufig besser als Leitungswasser, worin im Dunkeln oft nur vereinzelte Sporen keimen; vermutlich wirkt hierbei der hohe $CaCO_3$-Gehalt des Leitungswassers hemmend. Dieser Umstand könnte auch den negativen Ausfall der früheren Versuche über die Sporenkeimung im Dunkeln mitbewirkt haben.

Der Einfluss der verschiedenen Reaktion der Lösung macht sich bei den hier eingehaltenen Grenzen nur ausnahmsweise auf die Keimung geltend. Es möge auf die deutliche Bevorzugung des schwach saueren Substrates durch *Sphagnum* und *Dicranella cerviculata* hingewiesen werden, da sich hierin ein Zusammenhang mit der Reaktion des Standortes derselben, den Mooren, finden lässt.

Erwähnen möchte ich noch, dass auch die Brutknospen von *Marchantia polymorpha*, die einer Reinkultur derselben entnommen wurden, sowohl in organischer, als auch anorganischer Nährlösung im Dunkeln zu Thallomen auswuchsen.

Obgleich in allen unseren Versuchen das Licht für die Keimung der Moossporen keine durchaus erforderliche Bedingung war, so ist es nicht ausgeschlossen, dass dies, wie bei Phanerogamen, bei einigen Arten doch der Fall ist. Allerdings bleibt bei solchen Befunden die Möglichkeit, dass in der Versuchsanstellung die Gesamtbedingungen in ihrer Summe nicht genügend günstige waren. Solche Fälle lassen sich leicht an alten Sporen beobachten. Oft keimten dieselben im Dunkeln, bei verringerterer Keimfähigkeit auch am Lichte, nur noch bei Zuckerzugabe.

Charkow, Botanisches Institut.

Literatur.

J. BORODIN, Über die Wirkung des Lichtes auf einige höhere Kryptogamen. Bull. de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg, 1868, T. XII, p. 432–447.

H. LEITGEB, Die Keimung der Lebermoossporen in ihrer Beziehung zum Lichte. Sitzungsber. der Kais. Akad. der Wiss., Jahrg. 1876, Math.-naturw. Klasse, Bd. LXXIV, Abt I, Heft III, S. 425—436; Wien 1877.

H. GOEBEL, Laboratoriumsnotiz. Flora 1897, Bd. 83, S. 74–75.

F. DE FOREST HEALD, Conditions for the germination of the spores of Bryophytes and Pteridophytes. Botanical Gazette, 1898, XXVI, S. 25—45.

N. SCHULZ, Über die Einwirkung des Lichtes auf die Keimungsfähigkeit der Sporen der Moose, Farne und Schachtelhalme. Beih. zum Bot. Centralbl. 1902, Bd. XI, S. 81—97.

---

59. F. C. von Faber: Über die Büschelkrankheit der Pennisetum-Hirse.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 21. Oktober 1905.

Die hier zu beschreibende Krankeit der *Pennisetum*-Hirse (*P. spicatum* (L.) Kcke.) wurde im Jahre 1900 von Herrn Regierungsrat Dr. BUSSE in Ugogo (Deutschostafrika) zum ersten Male beobachtet[1];

---

[1] Vergl. W. BUSSE, Reiseberichte über die Expedition nach den ostafrikanischen Steppen. „Tropenpflanzer" V. 1901, S. 28 und 105.

das von ihm seinerzeit gesammelte reichliche Material hat mir Herr BUSSE zur Untersuchung übergeben.

Da über die fragliche Krankheit Näheres bisher nicht bekannt geworden ist und ihr Studium zu einigen bemerkenswerten Ergebnissen geführt hat, möchte ich im folgenden eine kurze Mitteilung darüber bringen; die ausführliche, durch Abbildungen erläuterte Beschreibung soll später in den „Arbeiten aus der Kaiserl. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft“ erscheinen.

Die Krankeit ist äusserlich dadurch charakterisiert, dass die Fruchtrispen eine auffallende Umbildung zu sterilen, länglich ovalen bis annähernd kugelförmigen Büscheln krauser Blättchen erfahren, wobei die den normalen Fruchtrispen von *Pennisetum* eigene walzen- oder spindelförmige Gestalt verloren geht. In Hinblick auf diese Art der Deformation hatte W. BUSSE (a. a. O.) den Namen „Büschelkrankheit“ gewählt, den wir auch weiterhin beibehalten wollen.

Während die Spelzen bei den normalen Blüten nur 3—4 *mm* lang und ungefähr 2 *mm* breit, also verhältnismässig klein sind, haben sie sich in dem vorliegenden Material allmählich stark (bis zu 100 *mm*) verlängert nnd verbreitert (bis zu 10 *mm*) und gleichzeitig gekrümmt. Bei den stärker deformierten Fruchtrispen sind auch die Hüllborsten blattartig geworden und die Fruchtbildung ist gänzlich unterdrückt. Auch die Blätter, in deren Achseln die Fruchtrispen entspringen, zeigen ähnliche Verkrümmungen und Kräuselungen wie die Spelzen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der verkrümmten und abnorm verlängerten Spelzen und Laubblätter fand ich, dass diese Organe eine weitgehende pathologische Veränderung in der Anatomie der Gewebe zeigten.

Während die normalen Blätter an der Oberseite nur ein einschichtiges Hypoderm besitzen, sind die erkrankten stark hypertrophiert, das Hypoderm ist hier durch wiederholte Teilung seiner Zellen in der Mitte des Blattes fünf- bis sechsschichtig geworden. Immer konnte in diesen stark hypertrophierten Gewebepartien ein Pilz gefunden werden. Sein Mycel besteht aus ungefähr 5,25 μ dicken, sehr zart gebauten, weissen, durchsichtigen und unseptierten Hyphen, deren Endigungen eine eigentümliche geweihartige Verzweigung aufweisen. Das Mycel lässt sich in seinem Verlaufe nicht verfolgen, da es nicht wie bei den meisten Krankheit erregenden Pilzen in langen Strängen die Gewebe durchzieht, sondern mehr kleine, zusammengedrängte Büschel bildet. Denselben Pilz konnte ich auch in den Stielen der deformierten Fruchtrispen deutlich nachweisen.

Ausser diesem Pilze wurden im Mesophyll einiger Spelzen stark vergrösserte, dickwandige, dunkelbraun gefärbte Zellen mit dunklem, körnigen Inhalt gefunden. Die Wände dieser Zellen lassen sich weder mit Phloroglucin und Salzsäure, noch mittels der Kaliumpermanganatmethode rot färben und werden von konzentrierter Schwefelsäure leicht zerstört.

SCHILBERSZKY[1]) fand ähnliche Körper in den Geweben schorfkranker Kartoffeln. Nach ihm waren es die Dauersporangien einer Myxochytridinee, *Chrysophlyctis endobiotica*.

Das Myxochytridineae Erreger von Pflanzenkrankheiten sein können, braucht nicht weiter betont zu werden; ich erinnere nur an *Olpidium Brassicae* und *Olpidium Trifolii*, von denen letzteres in den Geweben der Kleeblätter Hypertrophien, Verkrümmungen und Anschwellungen hervorruft.

Die Beschreibung, welche SCHILBERSZKY von seinen Dauersporangien gibt, und das Bild, welches LINDAU in SORAUER's Handbuch der Pflanzenkrankheiten (3. Aufl.) bringt, entsprechen vollständig den von mir in kranken Spelzen von *Pennisetum* gefundenen Körpern. Da diese Körper nur selten auftreten und nicht sämtliche ähnlich verbildete Blätter sie besitzen, ist es höchst unwahrscheinlich, dass wir es hier mit einfachen Idioblasten zu tun haben.

Wahrscheinlich steht das obenerwähnte Mycel in ursächlichem Zusammenhange mit den Büscheldeformationen. Inwieweit aber das Mycel wiederum in Beziehung zu jenen vermeintlichen Dauersporangien steht, können nur Untersuchungen am lebenden Material entscheiden. Leider steht mir nur totes und fünf Jahr altes Material zur Verfügung, so dass vorläufig auf Kulturversuche gänzlich verzichtet werden muss.

Wie bekannt, treten nicht selten auch an einheimischen Kulturpflanzen krankhafte Missbildungen der Blüten auf (z. B. bei *Aquilegia vulgaris*, *Reseda odorata* usw.); entweder ist nur ein Teil der in der Blüte vereinigten Blattorgane laubblattähnlich geworden, oder aber letztere sind sämtlich betroffen.

Die Ursache dieser „Vergrünung“ ist in den meisten Fällen bisher nicht erkannt worden. Immerhin hat schon PEYRITSCH[2]) experimentell nachgewiesen, dass der fragliche Prozess bisweilen durch Insekten veranlasst wird. Ausser diesen Zoomorphosen kennen wir auch Beispiele von Phytomorphosen, an denen parasitäre Pilze die Schuld tragen. So ruft z. B. *Peronospora violacea* bei *Knautia arvensis* eine Umwandlung der Staubblätter in Blumenblätter hervor.[3]) Ähnlich fand GIARD bei *Saponaria officinalis*, dass die Staubblätter der von *Ustilago antherarum* befallenen Blüten in Blumenblätter umgewandelt waren.[1])

---

[1]) K. SCHILBERSZKY, Ein neuer Schorfparasit der Kartoffelknollen. Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XIV. 1886, S. 36.

[2]) Denkschrift der k. k. Akademie in Wien, Bd. XCVII. 1888. Vergl. auch GOEBEL, Organographie der Pflanzen, S. 156.

[3]) Vergl. GOEBEL, Organographie der Pflanzen, S. 166; DE BARY, Morphologie und Physiologie der Pilze, S. 395; MOLLIARD, Cécidies florales. Ann. des sciences nat. VIII, sér. t. 1.

Die Mycocecidien von *Luzula pilosa* werden nach BUCHENAU von *Ustilago Luzulae* Sacc. hervorgerufen [2])

Im allgemeinen können wir annehmen, dass durch Parasiten Störungen der chemischen Vorgänge in den betroffenen Teilen der Nährpflanze hervorgerufen werden. Diese Störungen können nun dazu beitragen, dass die sexuellen Funktionen herabgesetzt werden und die vegetative Organbildung gesteigert wird.

Bei Algen können schon Änderungen in der Konzentration der Nährlösung die geschlechtliche Fruktifikation unterdrücken, wie CHODAT und HUBER[3]) bei *Pediastrum Boryanum* nachgewiesen haben.

Jedenfalls liegen hier komplizierte Reizwirkungen vor, durch welche die Entwicklung gewisser Organe aus der normalen Richtung abgelenkt und in andere Bahnen geleitet werden kann.

Dahlem, II. Botanisches Laboratorium der Kais. Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtschaft.

---

60. **Max Koernicke**: Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen.

Mit Tafel XVIII.

Eingegangen am 21. Oktober 1905.

Anschliessend an die im Juliheft dieser Berichte und früher[4]) veröffentlichten Untersuchungsergebnisse über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen seien eingehender die Beobachtungen über die Veränderungen mitgeteilt, welche die äussere und innere Ausgestaltung der bestrahlten Objekte erfuhr, und die sich auf die Wirkung der Strahlen zurückführen liessen.

Während bei den oberirdischen Sprossen von *Vicia Faba*, auf welche Pflanze sich zunächst die vorliegenden Mitteilungen beziehen, nach erreichtem Wachstumsstillstand äusserlich eine Veränderung

---

1) Vergl. GOEBEL (a. a. O.).

2) Mitt. des Thüringer Bot. Ver., Heft XIX. 1904, S. 125.

3) Recherches expérimentales sur le *Pediastrum Boryanum*. Bull. de la Soc. bot. Suisse 1895. Vergl. auch RICHTER, Über die Anpassung der Süsswasseralgen an Kochsalzlösungen. Flora 1892, S. 4 ff.

4) Ber. der Deutschen botan. Gesellsch. Bd. XXII, 1904, S. 148 ff.

gleichgrossen normalen Exemplaren gegenüber bis auf eine geringere Ausbildung der Blätter nicht zu konstatieren war, zeigte sich an den dabei über die Norm dickeren Wurzeln bald die Oberfläche gerunzelt oder wellig, in ähnlichem, jedoch auffallend stärkeren Masse, als diese Erscheinung als Ausdruck der normal bei bestimmten Wurzeln vor sich gehenden Kontraktion beobachtet werden kann. Dabei erstreckte sich diese Wellenbildung über den ganzen Wurzelkörper (vgl. die in Fig. 1 Taf. XVIII gegebene Längsschnittsskizze), während bei den normalen kontraktilen Wurzeln sie auf das basale Ende eingeschränkt bleibt. Alle Anzeichen sprechen dafür, dass auch hier die Dickenzunahme der Wurzel und die Wellung auf eine durch innere Spannungsdifferenzen hervorgerufene Kontraktion zurückzuführen ist.

Diese Kontraktion findet sowohl bei solchen Wurzeln statt, die aus mit Röntgen- und Radiumstrahlen behandelten Samen hervorgingen, wie bei solchen, welche direkt bestrahlt worden waren. Wie besonders durch die Untersuchungen von A. RIMBACH[1]) klargelegt wurde, kommt diese Erscheinung dadurch zustande, dass die aktiven Zellen des inneren Rindenparenchyms ihren Durchmesser in radialer Richtung vergrössern, während sie ihn in longitudinaler Richtung verkürzen. Dies lässt sich jedoch nur in dem Masse ausführen, als es die Epidermis und die Gefässbündel erlauben, die nunmehr aus der vorher durch das energische Längenwachstum der aktiven Gewebe bewirkten Zugspannung in Druckspannung versetzt werden.[2])

Auch bei meinen bestrahlten Versuchspflanzen liess sich die Zunahme des Querdurchmessers der Zellen im Rindenparenchym der Wurzel deutlich verfolgen. Die Faltungen, welche in den äusseren Wurzelrindenteilen sich vollzogen, veranlassten späterhin auch tiefer im Wurzelkörper liegende Zellstränge zur Veränderung ihres ursprünglichen Verlaufs (Fig. 2). Dabei konnten vielfach epidermale und subepidermale Zellen, die im Winkel der Faltung, im Wellentale, lagen, zerdrückt werden. Ferner fanden sich in vielen Fällen auch Faltungen in den äusseren Wänden der das Wellental auskleidenden Epidermiszellen ein. (Fig. 2 bei *a*.)

Eine wellige Verbiegung der Gefässbündel, wie sie sich bei der normalen Kontraktion der Wurzeln beobachten lässt, war nicht zu bemerken, dagegen aber ein beträchtliches Vorrücken der in normalen Fällen bei gleichgrossen Exemplaren etwa 20 *mm* hinter der Spitze endigenden, trachealen Elemente bis zu 0,8 *mm* von der Spitze[3]).

---

1) A. RIMBACH, Die kontraktilen Wurzeln und ihre Tätigkeit. Beitr. zur wiss. Botan. Bd. II, Abt. 1, 1897, S. 1 ff. Dort auch die die frühere Literatur, und Berichte der Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XVII, 1899, S. 18.

2) W. PFEFFER, Pflanzenphysiologie. II. Aufl. 2. Bd. 1904, S. 16.

3) In Fig. 1 durch × markiert.

das, wie man wohl annehmen darf, zum Teil auch mit der geschilderten Kontraktion der Wurzel in Zusammenhang zu bringen ist. Andernteils ist dieses Vorrücken der trachealen Elemente eine typische Erscheinung in jungen Pflanzenteilen, die im Wachstum gehemmt wurden. Darauf weisen die Angaben von PFEFFER1), NATHANSOHN2) und HOTTES3) für eingegipste Wurzeln hin, denen sich nunmehr auch meine Beobachtungen an den durch Röntgen- und Radiumstrahlung zum Stillstand gebrachten Wurzeln anfügen lassen. Die sonstigen Veränderungen der Zellen in den durch Bestrahlung im Wachstum sistierten Wurzelspitzen stimmen im grossen und ganzen ebenfalls mit den von PFEFFER an den eingegipsten Wurzelspitzen beobachteten Verhältnissen überein, so dass auch hier ein wenige Millimeter hinter der Wurzelspitze geführter Querschnitt grosse Ähnlichkeit im Bau mit dem zeigt, der in normalen Wurzeln erst 30 bis 50 *mm* weiter zurück erreicht wird.4) Dies bezieht sich besonders auf die Ausbildung der Wandverdickung in den trachealen Elementen. Während in den normalen Wurzelspitzen die Ausbildung von Tüpfel- bezw. netzartig verdickten Gefässen erst in einer 10 bis 12 *mm* hinter der Spitze liegenden Region sich einstellt, und die letzten Endigungen der Gefässbündel ausschliesslich spiralig verdickte wasserleitende Elemente führen, lassen sich in den bestrahlten Wurzeln zwei Tage, nachdem sie im Wachstum innegehalten haben, Tüpfelgefässe bis zum Ende der Gefässbündel verfolgen.5) Die Glieder dieser Tüpfelgefässe werden dabei nach dem Spitzenteil zu immer kürzer, erscheinen schliesslich wenig oder gar nicht in die Länge gestreckt und wahren so in der Form den Charakter der parenchymatischen Zellen, aus denen sie hervorgingen (Fig. 3 für *Vicia Faba*, Fig. 4 für gleichbehandelte Wurzeln von *Pisum sativum*). Das meristematische Gewebe der Wurzelspitze verliert vom Eintritt des Wachstumstillstandes an nach und nach das ihm im Normalfalle zukommende Aussehen; die Wurzelhaube wird grösstenteils abgestossen und die übrigen anschliessenden Zellen gehen aus der Tafelform in die kubische Form der Zellen über, die man bei normalen Wurzeln erst in einiger (4—5 *mm*) Entfernung von der Spitze findet. Ihr Cytoplasmainhalt wird anscheinend bei dieser Vergrösserung der Zellen zum grossen Teil verbraucht, und da ein grösserer Raum als

---

1) W. PFEFFER, Druck- und Arbeitsleistung durch wachsende Pflanzen. Abth. der math. phys. Cl. der Kgl. Sächs Gesellsch. der Wiss. Bd. XX. 1893, S. 358.

2) A. NATHANSOHN, Beiträge zur Kenntnis des Wachstums der trachealen Elemente. Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XXXII, 1898, S. 13 u. 14.

3) CH. F. HOTTES, Über den Einfluss von Druckwirkungen auf die Wurzel von *Vicia Faba*. Dissertation Bonn 1901, S. 33.

4) Cf. W. PFEFFER, a. a. O., S. 360 ff.

5) W. PFEFFER, a. a. O., S. 360.

vorher von ihm versehen werden muss, eine Stoffzufuhr und folgende Neubildung aber nicht eintritt, so zeigt er sich auf einen dünnen Wandbelag beschränkt. Nach und nach verschwinden auch die Stärkekörner aus den Zellen. Der Kern erscheint immer in ruhendem Zustand, ist kugelrund und weicht im inneren Bau nicht merklich vom normalen ab. Mit den meisten Zellen der Wurzelhaube werden auch die ursprünglichen Epidermiszellen der Wurzelspitze abgestossen (die Reste in Fig. 2 bei *b* angedeutet); die Wurzel erhält dabei eine bräunliche Färbung. Die nunmehr die Umhüllung des Wurzelkörpers bildenden Rindenparenchymzellen haben sich unterdess auch gestreckt. Die Bildung von Wurzelhaaren unterbleibt. Die Gewebe, welche die Wurzelspitze aufbauen, haben nach allem vorhin Gesagten den morphologischen Charakter von Dauergeweben angenommen. Die Untersuchung von Wurzelspitzen, welche zwei Monate nach Sistierung des Wachstums untersucht wurden, zeigte, dass dieser Zustand weiterhin unverändert erhalten geblieben war. — Wurzeln von *Pisum sativum* verhielten sich ganz ähnlich.

Ein eingehendes Studium des Inhalts der Zellen, das längere Zeit, nachdem die Wurzeln im Wachstum innegehalten hatten, vorgenommen wurde, ergab das Vorhandensein zahlreicher zwei- und mehrkerniger Zellen im Periblem und Plerom. Um über deren Entstehung Anhaltspunkte zu gewinnen, wurden Wurzeln von *Vicia Faba* und *Pisum sativum* nach 1, 2, 3 tägiger Einwirkung vom Radium und ferner solche, die nach Entfernung des Radiums im Wachstum innegehalten hatten, in verschiedenen, mehrtägigen Zwischenräumen fixiert und an Mikrotomschnitten untersucht, die mit dem FLEMMING'schen Dreifarbenverfahren tingiert worden waren Gleichbehandelte Wurzeln, welche sich aus bestrahlten Samen entwickelt hatten, wurden ebenfalls herangezogen.

Die Untersuchung der einen Tag lang bestrahlten Wurzeln resp. einen Tag alten[1]) Keimwurzeln, die sich aus den bestrahlten Samen entwickelt hatten, ergab keine Anhaltspunkte dafür, dass die Kern- und Zellteilung ungünstig beeinflusst worden war; wie in den entsprechend alten normalen Wurzelspitzen konnte man eine grosse Zahl typisch ausgebildeter Teilungsfiguren beobachten. Nach dem zweiten Tage waren allerdings weniger Teilungen zu bemerken, doch erschienen sie ganz normal; nach dem dritten Tage waren nur vereinzelt Kernteilungen zu bemerken; auch hier erschienen die Bilder normal, wie ebenfalls die ruhenden Kerne bis auf eine Vergrösserung des Nukleolus sich äusserlich nicht von den normalen unterschieden. Erst nachdem die Wurzeln im Wachstum innegehalten hatten, traten eigentümliche Bilder auf, die auf eine Beeinflussung des Chromatins durch die Bestrahlung hindeuteten, es fanden sich Spindelfiguren, in welchen die Tochterchromosomen sich nur schwer voneinander trennten, so dass ihre Einziehung in die Tochterkernanlagen verzögert wurde (cf. Fig. 5). Die cytoplasmatischen Bestandteile der Spindel verhielten sich dabei vollkommen normal. Die Spindelfasern waren gut ausgebildet, und die Zellwandbildung vollzog sich in prompter Weise, so dass wohl anzunehmen ist, dass in Fällen, wo sich späterhin zwei Kerne in den Zellen zeigen, selbst da, wo die Kerne annähernd gleich gross sind, die Zweikernigkeit nicht aus dem Unterbleiben der Zellwandbildung bei Abschluss einer Kernteilung resultiert. Vielmehr glaube ich, dass es sich dabei um das Ergebnis amitotischer Kernteilungsvorgänge handelt, die sicher in solchen inneren Rindenzellen bezw. Füllzellen des Zentralzylinders schon längere Zeit im Wachstum sistierter Wurzeln sich abspielten, welche mehr als zwei, bis zu fünf, Kerne verschiedener Grösse enthielten (cf. Figg. 6*a* und *b* für *Vicia Faba*, Fig. 6*c* für *Pisum sativum*). Eine, wenn auch nicht vollkommen einwandsfreie Stütze erhält diese Annahme noch durch die Tatsache, dass die mehrkernigen Zellen gleiche Grösse, wie die benachbarten einkernigen besassen.

---

[1]) Vom Zeitpunkte ihres Hervorbrechens aus der Samenschale an gerechnet.

Der Wunsch, direkt unter dem Mikroskop die Einwirkung der Strahlen auf Kern- und Zellteilung zu verfolgen, veranlasste mich, nach geeigneten, pflanzlichen Objekten zu suchen. Leider gelang es mir nicht, ein solches zu finden. Die meisten Objekte, die zur mikroskopischen Lebenduntersuchung herangezogen werden, leisten den äusseren Einflüssen gegenüber nicht lange genug Widerstand. So mussten Versuche mit verschiedenen *Spirogyra*-Arten, mit Pflanzenhaaren, besonders Staubfadenhaaren von Tradescantien, aufgegeben werden, weil sie schon ohne Strahlenwirkung nach zwei oder drei Tagen, dem Zeitraum somit, in welchem sich nach den bis dahin von mir gemachten Erfahrungen eine Äusserung der Strahlenwirkung hätte erkennen lassen, zum Teil gelitten hätten, es somit nicht möglich gewesen wäre, mit Sicherheit die Folgen der Bestrahlung von denjenigen der durch die Versuchsanstellung bedingten Schädigung zu unterscheiden. Da es mir ausserdem daran lag, meine Untersuchungen an Teilen höherer Pflanzen anzustellen, deren karyokinetische Vorgänge eingehender durchforscht sind, so mussten neben den Spirogyren auch die niederen einzelligen Algen für Verwendung bei den Versuchen ausscheiden.

Viel leichter hatte es bei der Wahl des Versuchsobjekts PERTHES[1]), der den Einfluss der Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Zellteilung an dem klassischen zoologischen Untersuchungsobjekt, den befruchteten Eiern von *Ascaris megalocephala* studieren konnte.

---

[1]) G. PERTHES, Versuche über den Einfluss der Röntgenstrahlen und Radiumstrahlen auf die Zellteilung. Deutsche mediz. Wochenschrift. 1904, Nr. 17 und 18.

PERTHES untersuchte diese Eier im hängenden Tropfen und fand, dass sowohl durch die Röntgen- wie Radiumbestrahlung die erste Teilung sich verspätet, die weitere Entwicklung gegenüber den Kontrollversuchen verlangsamt wird und unregelmässig verläuft, so dass abnorme Produkte entstehen. Ob der Eikern bei der Bestrahlung im Ruhe- oder Teilungszustand sich befand, schien für das Eintreten der genannten Erscheinung gleichgültig zu sein.

Über das Verhalten der einzelnen Zellelemente machte **PERTHES** an gefärbten Mikrotomschnitten von Eiern, die mit Röntgenstrahlen behandelt worden waren, folgende Beobachtungen[1]): „Die Centrosomen und Spindelfasern erschienen in bestrahlten und nicht bestrahlten Präparaten gleich deutlich. Dagegen fielen an einem Teil der Chromosomen, die in der für *Ascaris megalocephala univallus* charakteristischen Zweizahl angelegt waren, Unregelmässigkeiten auf: im Verlaufe der Schleifen unregelmässige knollenförmige Auftreibungen; an Stelle der normalen, keulenförmigen, allmählich nach dem Ende an Dicke zunehmenden Anschwellungen knotenförmige, unregelmässige Verdickungen. Auch fanden sich in] einzelnen Eiern an Stelle der zwei Chromosomen der Äquatorialplatte mehrere ungleiche Stücke. Da aber hier der Einwand möglich ist, dass dieselbe Schleife von dem Mikrotommesser in mehrere Stücke zerschnitten ist, so kann ich den durch die Röntgenstrahlen vielleicht erzeugten Zerfall von Chromosomen nicht als bewiesen ansehen."

Anschliessend sei bemerkt, dass M. **ZUELZER**[2]) bei Protozoen, welche unter dem Mikroskop der Radiumbestrahlung ausgesetzt waren, speziell eine Schädigung der Kernsubstanz beobachten konnte. Der in normalen Individuen rosenkranzförmig eingeschnürte Makronucleus von *Spirostomum ambiguum* war nach der Bestrahlung zu 4—7 grossen, stark färbbaren Kugeln zusammengeflossen. Bei *Paramaecium caudatum* erschien der Makronucleus der bestrahlten Exemplare in mehrere Zipfel ausgezogen und stark färbbar. Das Cytoplasma der Organismen schien **ZUELZER** später als die Kernsubstanz allmählich geschädigt zu werden.

Was mich betrifft, so musste ich versuchen, auf indirektem Wege Aufschluss über die Wirkung der Strahlen auf die Zelle und ihre Teilung zu erhalten und wandte mich nach vielem Herumsuchen ausschliesslich *Lilium Martagon* zu. Es waren die Blütenknospen dieser Pflanze, die ich von den jüngsten bis zu den ältesten, und zwar verschieden lange Zeit, eine Stunde bis drei Tage lang, bestrahlte und dann entweder gleich oder in Zwischenräumen von einer Stunde bis 14 Tagen nach Entfernung des Radiums, dessen Strahlen hierbei allein zur Einwirkung kamen, fixierte. Um annähernd wenigstens den Entwicklungszustand festzustellen, in dem sich die Pollenmutterzellen beim Beginn der Bestrahlung befanden, wurden jedesmal einige Antheren aus solchen Knospen, die gleiche Grösse wie die Versuchsknospen aufwiesen und auf gleicher Höhe an den Blütenständen sich befanden[1]), in Methylgrün-Essigsäure zerdrückt und unter dem Mikroskop kontrolliert.

---

[1]) A. a. O. S. 6 und 7 des Separatabzuges.

[2]) M. ZUELZER, Über die Einwirkung von Radiumstrahlen auf Protozoen. Archiv für Protistenkunde, Bd. V, 1905, S. 358ff.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, die zahlreichen Variationen der Versuche, die ich anstellte, und ihre Ergebnisse einzeln hier anzuführen. Ich muss mich schon des zur Verfügung stehenden Raumes wegen darauf beschränken, ein kurzes Resumé darüber mitzuteilen.

Auf kleine Blütenknospen, in welchen, der Kontrolle nach zu urteilen, die Pollenmutterzellen sich noch in sehr frühem Entwicklungszustand befanden, wo die Zellen sich noch nicht aus ihrem Verbande gelöst hatten und das Fadenwerk im Kern gleichmässig ausgebreitet erschien[2]), wirkte das Radium 5 Stunden bis 3 Tage ein: Die cytologische Untersuchung solcher, die 5 Stunden bestrahlt, dann 20 Stunden, 24 Stunden, 3, 5, 7 und 12 Tage sich überlassen geblieben waren, zeigten sämtlich in übereinstimmender Weise das Kerngerüst in der Kernhöhle ähnlich wie bei einem normalen Synapsisstadium kontrahiert. Bei den 20 und 24 Stunden nach Schluss der Bestrahlung fixierten war in dem kugelförmig kontrahierten Kernfadenklumpen das Fadenwerk hier und da noch zu erkennen; auch erschien seine Kontur durch manche noch nicht vollständig eingezogenen Kernfäden unregelmässig. 5, 7 und 12 Tage nach der Bestrahlung zeigten sich die Klumpen als fast vollständig homogene Kugeln (Fig. 7), welche begierig Safranin aufnahmen. Das Cytoplasma schien in allen Fällen normal. Oftmals war der Beginn einer Trennung und Abrundung der Pollenmutterzellen zu beobachten. — Dasselbe Bild trat mir bei Prüfung von gleich grossen Knospen, welche 10, 20, 24 Stunden bestrahlt und dann 1 bis 12 Tage später fixiert worden waren. Zwei- und dreitägige Bestrahlung schädigte den Anthereninhalt der Knöspchen ausserordentlich. Er war in den meisten Fällen obliteriert. Die Kerne in den rein vegetativen Antherenteilen besassen übrigens in allen Fällen normales

---

1) Auf diesen letzten Punkt musste deshalb besonders geachtet werden, weil sich herausstellte, dass die den Blütenstand nach oben abschliessenden Knospen bei ganz geringer Grösse in ihrem Anthereninhalt einen viel späteren Zustand zeigten als die gleichgrossen, tieferstehenden andern, jüngern Blütenstände. So wurden besonders die auf halber Höhe des Blütenstandes sich befindenden Knospen die, wie Kontrolle lehrte, ziemlich gleichmässig sich weiter entwickelten, bei den Versuchen bevorzugt.

2) Der Vergleich mit den normalen, bei der Pollenentwicklung von *Lilium* sich präsentierenden Kernbildern lässt sich leicht aus der übersichtlichen Zusammenstellung gewinnen, welche E. STRASBURGER in seinem eben erscheinenden Aufsatz über „Die stofflichen Grundlagen der Vererbung“, S. 36, Fig. 25, gibt.

Aussehen. Teilungsfiguren waren nur sehr selten zu finden; auch deren Aussehen wich nicht von dem normalen ab.

Waren, worauf die Kontrolle hinwies, die Pollenmutterzellen in den zu bestrahlenden Knospen schon voneinander getrennt und war dabei ihr aus der Synapsis hervorgegangenes Kernfadenwerk durch Verschmelzen seiner Doppelfäden und darauf folgende Kontraktion erstarkt, so liess sich in den meisten Fällen nach Einwirkung des Radiums kein Zusammenziehen der Kernfadenmasse beobachten. Diese blieb vielmehr gleichmässig ausgebreitet und zeigte sich auch weiterhin 1 bis 5 Tage nach 5-, 24- und 48stündiger Bestrahlung unverändert in diesem Zustand.

Sobald jedoch der doppelte Kernfaden sich wieder herausdifferenziert hatte, der nach weiterer Kontraktion in die einzelnen Chromosomen zerfallen sollte, waren durch selbst kurze Einwirkung des Radiums auffällige Veränderungen zu bemerken. Da zeigte sich in 20 Stunden nach fünfstündiger Bestrahlung fixierten Antheren der Kernfaden der Pollenmutterzellen in kleine Doppelsegmente zerfallen (Fig. 8), die viel kleiner und zahlreicher waren als die für *Lilium Martagon* bekannten und so oft im Bilde reproduzierten Chromosomen. Vielleicht hatte auch PERTHES[1]) ähnliches vor sich in den Fällen, wo er in der Äquatorialplatte der bestrahlten Eier von *Ascaris megalocephala* statt der gewöhnlich in Zweizahl vertretenen Chromosomen mehrere Stücke vor sich sah, welche in ihm den Verdacht erweckten, es möchten durch das Messer getrennte Chromosomteile sein. Die kleinen Segmente werden weiterhin in eine auf normale Weise sich bildende (Fig. 9), zunächst multipolare Spindel (Fig. 10) hineingezogen. Dann vollziehen sich im Grunde genommen, wenn auch entsprechend modifiziert, in den Chromosomen dieselben Vorgänge wie sie bei normalen Teilungen zu beobachten sind: Die einzelnen Elemente der Doppelchromosomen werden voneinander getrennt; jedes einzelne erfährt dabei eine Längsspaltung, und es gelangen V- und X-förmige Figuren zur Ansicht (Fig. 11). Die Trennung der Elemente im Äquator verläuft, anscheinend je nach der Länge der einzelnen Chromosomen und der wechselnden Festigkeit ihres Zusammenhanges, verschieden schnell, so dass man in fast allen entsprechenden Kernteilungsstadien schon einen Teil an den Polen angelangt findet, während ein anderer auf dem Wege dorthin, schliesslich noch eine Anzahl am Äquator der Spindel sich antreffen lässt (Fig. 11). Manchmal ist schon mit der Tochterkernbildung begonnen worden, ehe die letzten Chromosomen den Äquator verlassen haben, so dass sanduhrförmige Figuren uns entgegentreten (Fig. 12). In den meisten Fällen werden trotzdem alle Tochterchromosomen auf

---

1) G. PERTHES, a. a. O., S. 6.

jeder Seite des Äquators in je eine gemeinsame, dann aber eigentümlich zackig ausgestaltete Kernhöhle eingezogen. Hier und da findet man aber auch Fälle, wo mehrere, 2 und 3 Tochterkerne auf jeder Seite des Äquators gebildet wurden. In den Tochterkernen liess sich deutlich die Längsspaltungslinie der zahlreichen Elemente verfolgen. Vielfach tritt nur bei einem Teil des Kernfadens in der Prophase der Teilung der Zerfall in die einzelnen kleinen Chromosomen ein; man kann dann an der sich weiterhin ausbildenden Spindelfigur in deren Längsachse gestreckt, gleich als wenn von beiden Polseiten her an ihnen gezerrt würde, die Kernfadenstränge beobachten. Möglicherweise gehen auch aus derartigen Zuständen sanduhrförmige Tochterkerngebilde, wie sie in Fig. 12 abgebildet wurden, hervor — In demselben Präparat, welches diese Zustände der ersten Teilung vor Augen führte, waren auch Stadien der zweiten Teilung zu beobachten. An den Spindeln war ebenfalls ein verschieden schnelles Auseinanderweichen der aus den Tochterkernen paarweise herausgesonderten Segmente zu beobachten; Bilder, wie die in Fig. 13 und 14 wiedergegebenen, waren nicht selten. Dass auch hier, wie am Schluss der ersten Teilung, die in verschiedenen Intervallen nach den Polen wandernden Chromosomenpartien zu je einem Kern zusammenschliessen und auf diese Weise die Enkelzellen mehrkernig werden konnten, liess sich in den Präparaten nicht direkt beobachten, doch ergaben sich Anknüpfungspunkte für einen derartigen Vorgang in den zahlreichen Tetradenzellen, die neben einem grossen mehrere gut ausgebildete kleine Kerne enthielten, eine Erscheinung, die sich auch im späteren Pollen wiederfand (Fig. 21). Die grosse Zahl überschüssiger Tetraden, die sich beobachten liess (Fig. 15), könnte eventuell auch auf die Ausbildung mehrerer Kerne bei der Tochterkernteilung, doch auch auf die weitere Teilung überzähliger, bei der ersten Teilung gebildeter Tochterkerne zurückgeführt werden.

Wurden die Pollenmutterzellen kurz vor der Diakinese ihres Kernes, also in einem etwas späteren Zustand als bei dem vorigen Versuch, 24 Stunden lang bestrahlt, dann zeigten sich 24 Stunden nach Wegnahme des Radiums die Chromosomen, welche sich in normaler Zahl und Grösse präsentieren, in der Mitte der Kernhöhle zusammengedrängt (Fig. 16). So bleiben sie auch bei den weiteren Prophasen und ferner nach Fertigstellung der Spindel, die auffallend stark ausgebildet erscheint. Deren Fasern sind derart stark entwickelt, dass die Spindelfigur sich halbmondförmig krümmen muss, um in der Zelle Platz zu finden (Fig. 19). Ein Vergleich mit dem Umfang der normalen, im entsprechenden Entwicklungsgrad befindlichen Pollenmutterzellen lehrt, dass die Entstehung dieser Erscheinung nicht etwa auf eine Kontraktion des übrigen Plasmakörpers der Zelle zurückzuführen ist. In manchen Fällen, denjenigen, wo vermutlich das Radium auf schon gebildete Spindeln einwirken konnte, erschienen die Chromosomen auch stark zusammengedrängt, die Spindelpole waren dabei zerspalten, so dass garbenförmige Figuren entstanden (Fig. 18). Anhaltspunkte dafür, ob diese Spindeln imstande waren, in die Anaphasen einzutreten, konnten nicht gewonnen werden.

Während eine kürzere bis zu 10 Stunden dauernde Bestrahlung anscheinend keine nachhaltige Wirkung auf die Tochterkerne von eben geteilten Pollenmutterzellen ausübten, zeigte sich eine längere, 24 Stunden bis drei Tage lange Bestrahlung ausserordentlich nachteilig. In den Pollenmutterzellen der meisten Phanerogamen, so auch von *Lilium*, treten normalerweise die Tochterkerne in kein Ruhestadium ein, ihre längsgespaltenen Chromosomen bleiben als solche in der längeren zwischen der ersten und zweiten Teilung eingeschalteten Pause deutlich erkennbar erhalten und werden weiterhin in die Spindelanlagen des zweiten Teilungsschrittes eingeordnet. In den länger bestrahlten Objekten zeigten sich nun die einzelnen Elemente in kleine Chromatingruppen aufgelöst. welche zu einem unregelmässigen Netz verbunden erscheinen, das oberflächlich betrachtet den Eindruck eines ruhenden Kerngerüstes machte (Fig. 19). Die auch in den zartesten Partien nach Anwendung des FLEMMING'schen Dreifarbengemischs gleichmässig tiefviolett erscheinende Färbung, ferner die faserige Struktur aller Teile und das Fehlen der Nukleolen im Kern zeigte, dass die Ähnlichkeit mit dem Ruhestadium eines normalen Kerns nur eine äusserliche war. Die vorliegenden Erscheinungen waren der Ausdruck einer Schädigung des Kerns,¹) die sich weiterhin durch Annehmen eines unregelmässigen Umrisses, durch teilweises Anschwellen und Einschnüren des Kerns noch mehr äusserte. Die übergrosse Menge extranuklearer Nukleolen im umgebenden Plasma deuteten ebenfalls darauf hin, dass hier eine Störung der normalen Verhältnisse eingetreten war. Die geschilderten Veränderungen traten auch in den Tochterkernen solcher Pollenmutterzellen ein, die auf früheren Stadien als dem der Tochterkernbildung bestrahlt worden waren, doch noch genügend Energie besassen, die Teilung zu Ende zu führen, um dann mit der Tochterkernbildung ihre Entwicklung zu beschliessen.

Ähnlich wird es auch mit den zahlreichen, gleiche Veränderungen in ihren Kernen aufweisenden Tetraden sein, die mir in meinen Präparaten entgegentraten. Da verrieten die Kerne oft deutlich in der Form den durch die Radiumwirkung ungleichmässigen Verlauf

---

1) Ganz ähnliche Veränderungen des Kerninhaltes hatte ich seinerzeit an den zugrunde gehenden Antipoden im Embryosack von *Triticum* beobachtet. (Über die Entstehung und Entwicklung der Sexualorgane von *Triticum* usw. Verh. des naturw. Vereins der preuss. Rheinlande usw., Jahrg. LIII, 1896, S. 178. 179 und Taf. V, Fig. 12, 13.

der vorhergehenden Teilungsvorgänge. (Fig. 20.) Dass es zum Teil wohl derartige, Absterbeerscheinungen in ihren Kernen aufweisende Tetraden sind, die später den nach so vielen Versuchsanstellungen sich ergebenden schlechten Pollen lieferten, der faltig erschien und entweder wenig oder gar keinen Inhalt mehr führte, ist sehr wahrscheinlich.

Überblicken wir die Ergebnisse, welche die Untersuchung der cytologischen Verhältnisse in den bestrahlten Objekten ergab, so lässt sich vor allem eine je nach dem Grade der Bestrahlung und Entwicklung des Versuchsobjekts verschieden starke, schädigende Wirkung der Radiumstrahlen[1]) auf die sogen. chromatischen Bestandteile des Kerns konstatieren. Die Kerne der vegetativen Zellen erwiesen sich dabei viel widerstandsfähiger als die Pollenmutterzellen. In allen Fällen war, wie hier noch besonders hervorgehoben sei, eine Schädigung des Cytoplasmas nicht erkennbar. Tropho- und Kinoplasma erschienen vielmehr schön ausgebildet. In Teilungszuständen liess sich sogar deutlich eine stärkere Ausbildung des Kinoplasmas, der in entsprechenden Stadien normaler Objekte gegenüber, beobachten. Wenn späterhin der aus bestrahlten Pollenmutterzellen hervorgegangene Pollen teilweise oder ganz auch seinen Plasmainhalt eingebüsst hat, so kommt dabei nur indirekt die Strahlenwirkung in Betracht, indem das Cytoplasma einer Zelle, deren Kern getötet oder vielleicht auch nur so stark geschädigt wurde, dass er nicht mehr seine Funktionen auszuüben vermag, des Zentrums der Stoffumwandlung beraubt, früher oder später zugrunde gehen muss. Sehr interessant wäre es zu erfahren, ob in unbefruchteten Eizellen, deren Kern durch ausreichende Bestrahlung in inaktiven Zustand übergeführt wurde, eine Weiterentwicklung durch Eintritt des Spermakerns angeregt werden könnte. Man würde so Anhaltspunkte dafür gewinnen können, ob äusserlich normal aussehendes Plasma nicht bei einem bestimmten Grad der Strahleneinwirkung auch seine Aktivität zeitweise oder dauernd verliert. — Manche andere Frage musste ebenso wie diese, unerledigt bleiben, da äussere Gründe mich vorzeitig zum Abschluss der Untersuchungen drängten, so die nach der Keimfähigkeit des aus bestrahlten Pollenmutterzellen sich entwickelnden Pollens, ferner nach dem Verhalten von pflanzlichen, durch Parasiten beeinflussten Geweben den Strahlen gegenüber im Vergleich zu dem der normalen gesunden Gewebe derselben Pflanzenart, schliesslich die nach einer eventuell durch die Strahlen bewirkten parthenogenetischen Weiterentwicklung von Eiern, für die auf zoologischem Gebiet Anknüpfungspunkte vorlagen.[2])

Bonn, Botanisches Institut.

---

[1]) Dass die Röntgenstrahlen ähnlich wirken, ist nach den allerdings nur spärlichen PERTHES'schen Angaben wahrscheinlich.

[2]) Vergl. G. BOHN, Comptes rendus, Vol. 136, 1903, S. 1085, 1086.

Erklärung der Abbildungen.

Sämtliche Bilder wurden nach Mikrotomschnitten ausgeführt. Fixierung des Materials in Chromosmiumessigsäure: Färbung in Safranin-Gentianaviolett-Orange.

Fig. 1. Skizze des Längsschnittes einer durch Radiumstrahlen im Wachstum sistierten Wurzel von *Vicia Faba*, den welligen Umriss zeigend. Bei × die Stelle, bis zu der die trachealen Elemente vorgerückt waren. Vergr. 15.

„ 2. Randpartie des in Fig. 1 skizzierten Längsschnittes, die Wellenbildung zeigend. Vergr. 80.

„ 3. Die letzten trachealen Elemente in einer durch Radiumstrahlung im Wachstum sistierten Wurzel von *Vicia Faba*. Vergr. 325.

„ 4. Dieselben Elemente bei *Pisum sativum*. Vergr. 325.

„ 5. Abnorme Kernteilungsfigur in einer inneren Rindenzelle einer durch Radiumstrahlen im Wachstum gehemmten Wurzel von *Vicia Faba*. Vergr. 680.

„ 6. Kernzerfall in Füllzellen des Zentralzylinders gleicher Wurzeln: *a*, *b* von *Vicia Faba*; *c* von *Pisum sativum*. Vergr. 680.

„ 7—21. Darstellung der verschiedenen durch die Wirkung der Radiumstrahlen hervorgerufenen, abnormen Kernteilungsbilder in den Pollenmutterzellen bezw. im Pollenkorn von *Lilium Martagon*. Vergr. 680.

61. F. W. T. Hunger: Neue Theorie zur Ätiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks.

Eingegangen am 26. Oktober 1905.

Folgender kurzer Aufsatz[1]) behandelt die Ursache der Mosaikkrankheit. Die von mir gegebene Erklärung stützt sich auf Beobachtungen, welche ich während eines fünfjährigen Aufenthaltes an Sumatras Ostküste angestellt habe.

Vorher möchte ich ganz kurz meine hauptsächlichsten Einwände gegen die verschiedenen bisher über die Mosaikkrankheit aufgestellten Theorien hervorheben.

Die verbreitetste Ansicht ist, dass die Mosaikkrankheit durch eine belebte Substanz, z. B. durch Mikroorganismen hervorgerufen werde. Hinsichtlich der „bakteriellen“ Theorie sind die Angaben grösstenteils höchst unvollständig, mit Ausnahme der letzten Abhandlung von IWANOWSKI[2]), in der ein spezifisches Bakterium mit der Mosaikkrankheit in Zusammenhang gebracht wird und zugleich Anweisungen für die Züchtung dieser Mikrobe gegeben werden. Durch einen Kontrollversuch konnte ich aber nachweisen, dass die vermeintlichen Mosaikkrankheitsbakterien von IWANOWSKI, ebenso wie deren Zooglöen durch Behandlung mit Phenolchlorathydrat aus den Zellen verschwand, während die übrige Zellstruktur unverändert blieb. Diese Löslichkeit ist ein wichtiges Argument gegen die bakterielle Natur dieser Körperchen.

---

[1]) Die ausführliche Arbeit erscheint im nächsten Heft der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.

[2]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. 1903, Heft I, S. 1—41, Taf. I—III.

Die Forscher, welche die Mosaikkrankheit einer bis jetzt morphologisch unbekannten und nicht kultivierbaren Mikrobe zuschreiben, vertreten eine blosse Hypothese, welche erst einer näheren Bestätigung bedarf. — Es ist also noch unerwiesen, dass die Mosaikkrankheit durch einen Mikroorganismus verursacht wird.

Gegen BEYERINCK's Theorie ist einzuwenden, dass von den charakterisierenden Eigenschaften seines Kontagiums das „principium vivum" nicht genügend nachgewiesen ist, während das „principium fluidum" von IWANOWSKI[1]) widerlegt ist. Solange also der Beweis nicht geliefert ist, dass die Mosaikkrankheit, sei es durch einen Mikroorganismus oder durch ein Contagium vivum fluidum verursacht wird, besteht kein Grund, das Virus der Mosaikkrankheit von vornherein als eine belebte Substanz anzusehen.

Eine zweite Ansicht ist, dass die Mosaikkrankheit veranlasst werde durch eine unbelebte Substanz, u. a. durch oxydierende Enzyme nach der WOODS-HEINTZEL'schen Theorie. Die Übertragbarkeit ad infinitum der Mosaikkrankheit ist aber nicht mit der Wirkung oxydierender Enzyme in Einklang zu bringen.

Auch meiner Ansicht nach besteht das Virus der Mosaikkrankheit aus einer unbelebten Substanz; ihrer Wirkung nach meine ich aber, gehört sie nicht in die Zymophoren-, sondern in die Toxophoren-Gruppe (nach OPPENHEIMER).

Ich betrachte die Mosaikkrankheit des Tabaks als eine Stoffwechselkrankheit, welche autonom hervortreten kann und zugleich künstlich übertragbar ist.

Das selbständige Auftreten der Mosaikkrankheit wird meiner Ansicht nach bedingt durch die individuellen Eigenschaften der Tabakspflanze, besonders dann, wenn die äusseren Umstände als so starke Reize wirken, dass ihre Widerstandsfähigkeit herabgesetzt wird und so ein normaler Verlauf ihrer Lebensverrichtungen verhindert wird.

Durch solche Überreizung wird die Stoffwechselintensität bis über das Maximum gesteigert und hierdurch kommt die Pflanze in einen Zustand, der als das ätiologische Moment für die Mosaikkrankheit betrachtet werden muss. Ich halte es für möglich, dass unter dem Einflusse starker äusserer Reize in der lebenden Pflanzen-

---

1) l. c. S. 25.

zelle gewisse Stoffwechselprodukte auftreten können, welche für die physiologische Wirkung der Zellsubstanz schädlich sind.[1])

Dass diese Vermutung berechtigt ist, geht aus der Tatsache hervor, dass eine sehr deutliche Störung in der Abführung der Assimilationsprodukte gerade in den mosaikkranken Blattteilen lokalisiert ist.

Das Virus der Mosaikkrankheit betrachte ich als ein Toxin, welches in der Tabakspflanze stets beim Stoffwechsel in den Zellen ausgeschieden wird, aber in normalen Fällen keine Wirkung ausübt, während es sich bei zu stark gesteigertem Stoffwechsel anhäuft und dann Störungen verursacht, wie die der mosaikartigen Buntblätterigkeit. Aus der Tatsache, dass das Krankheitsagens durch sog. Diffusionshülsen von Pergamentpapier zu diffundieren vermag[2]), schliesse ich, dass es auch von Zelle zu Zelle übertragbar ist.

Ferner schreibe ich dem Virus der Mosaikkrankheit eine Eigenschaft zu, für die bis jetzt allerdings kein Analogon in der Biologie bekannt ist; doch macht der Verlauf der Krankheit sie als wahrscheinlich. Ich nehme an, dass das Phytotoxin der Mosaikkrankheit, welches primär durch äussere Reize produziert wird, fähig ist, beim Eindringen in normale Zellen eine physiologische Kontaktwirkung auszuüben mit dem Erfolg, dass sich dort sekundär dasselbe Toxin bildet, mit anderen Worten: das Mosaikkrankheits-Toxin besitzt die Eigenschaft physiologisch-autokatalytisch zu wirken.[3])

Auf diese Weise kann das Virus selbständig durch eine Tabakspflanze einen Weg finden und auf die Bahnen gelangen, die nach den Meristemen führen, und in dieser Weise Einfluss ausüben auf die jüngsten Bildungen. Zugleich ist damit eine Erklärung gegeben für die „Vermehrungsfähigkeit" des Krankheitsagens, welche nicht auf aktiver Reproduktivität des Virus selbst beruht, sondern bloss aus der passiven reproduktiven Kraft der belebten Zellensubstanz hervorgeht.

---

[1]) Vielleicht in Analogie mit der Erzeugung sog. „Ermüdungsstoffe" in den Muskeln bei übermässiger Körperanstrengung. Siehe hierüber VERWORN, Allg. Physiologie, 2. Aufl., S. 472 usw.

[2]) HUNGER, Bemerkung zur WOODS'schen Theorie über die Mosaikkrankheit des Tabaks, Bulletin de l'Inst. Botanique de Buitenzorg, Nr. XVII, S. 8 und 9.

[3]) Als ungefähre Wirkung möchte ich es vergleichen mit den allotropischen Modifikationen in der Chemie einiger Metalle. COHEN und VAN EYK haben nachgewiesen, dass bei Temperaturen unter 20° C. das gewöhnliche weisse Zinn sich in eine graue Staubmodifikation verwandeln kann. Bringt man nun das gewöhnliche weisse Zinn mit etwas von dem grauen Staubzinn in Berührung (unter 20° C.), so beginnt von der Berührungsstelle aus das weisse Zinn sich in die graue Modifikation zu verwandeln, mit anderen Worten das gewöhnliche Zinn wird gleichsam angefressen, woher COHEN und VAN EYK denn auch von Zinnseuche reden.

Hier sehen wir also, dass die niedrige Temperatur aus dem gewöhnlichen weissen Zinn die graue Staubmodifikation erzeugt, welche letztere ihrerseits imstande ist, vollkommen gleiche Wirkung wie Temperaturen unter 20° C. auszuüben. Der Unterschied liegt natürlich darin, dass es sich hier um chemische Molekularveränderungen handelt, während das Toxin der Mosaikkrankheit als physiologischer Reiz wirkt. —

Eine physiologische autokatalysierende Wirkung des Mosaikkrankheits-Toxins wird wahrscheinlich durch den Umstand, dass die Virulenz des Krankheitsagens bei wiederholten Impfungen keine Verminderung zu erleiden braucht. Wenn eine Überimpfung von Pflanze auf Pflanze keine mosaikartige Buntblätterigkeit hervorbringt, muss dies, meiner Ansicht nach, durch individuelle Immunität der Versuchspflanze erklärt werden, und das Misslingen nicht der Abschwächung des Virus zugeschrieben werden, denn nach eigenen Versuchen erwies es sich als möglich, in sechster Generation (immer von Pflanze auf Pflanze) noch eine ebenso starke Intoxikation hervorzurufen als beim ersten spontanen Auftreten der Mosaikkrankheit in derselben Reihe. Eine derartige stabile Virulenz muss darauf hinweisen, dass eine fortwährende Neubildung desselben pathologischen Stoffwechselprodukts in der aufs neue geimpften Pflanze selbst stattfindet.[1])

Nicht nur äussere Umstände, sondern auch die Praxis der Züchter, wie das Auspflanzen und Köpfen der Tabakspflanze, können das Auftreten der Mosaikkrankheit fördern und zur Verbreitung über das Feld beitragen.[2])

Die jetzige Sumatra-Tabakspflanze befindet sich durch die dortige forcierte Kultur in einer grossen Metastabilität, so dass geringe Störungen in dem normalen Lebensprozess schon genügen, um diesen stimulierenden Stoff hier zu produzieren.

In der erwähnten ausführlichen Arbeit wird gezeigt, wie sehr abweichend die Pflanzen bei einer und derselben Sorte von Sumatrasamen sich entwickeln können, und ich bin überzeugt, dass es möglich sei, aus einer derartigen Aussaat durch Auswahl verschiedene physiologische Arten zu isolieren, welche in Anbetracht der Morphologie ihrer Blattorgane sich hinsichtlich gewisser Temperaturgrenzen mit Bezug auf ihre Widerstandsfähigkeit erblich konstant erhalten würden. Und dann würde es sich zeigen, dass die Art mit den dünnsten Blattspreiten bei der am wenigsten hohen Temperatur am ehesten die Mosaikkrankheit aufweisen würde.

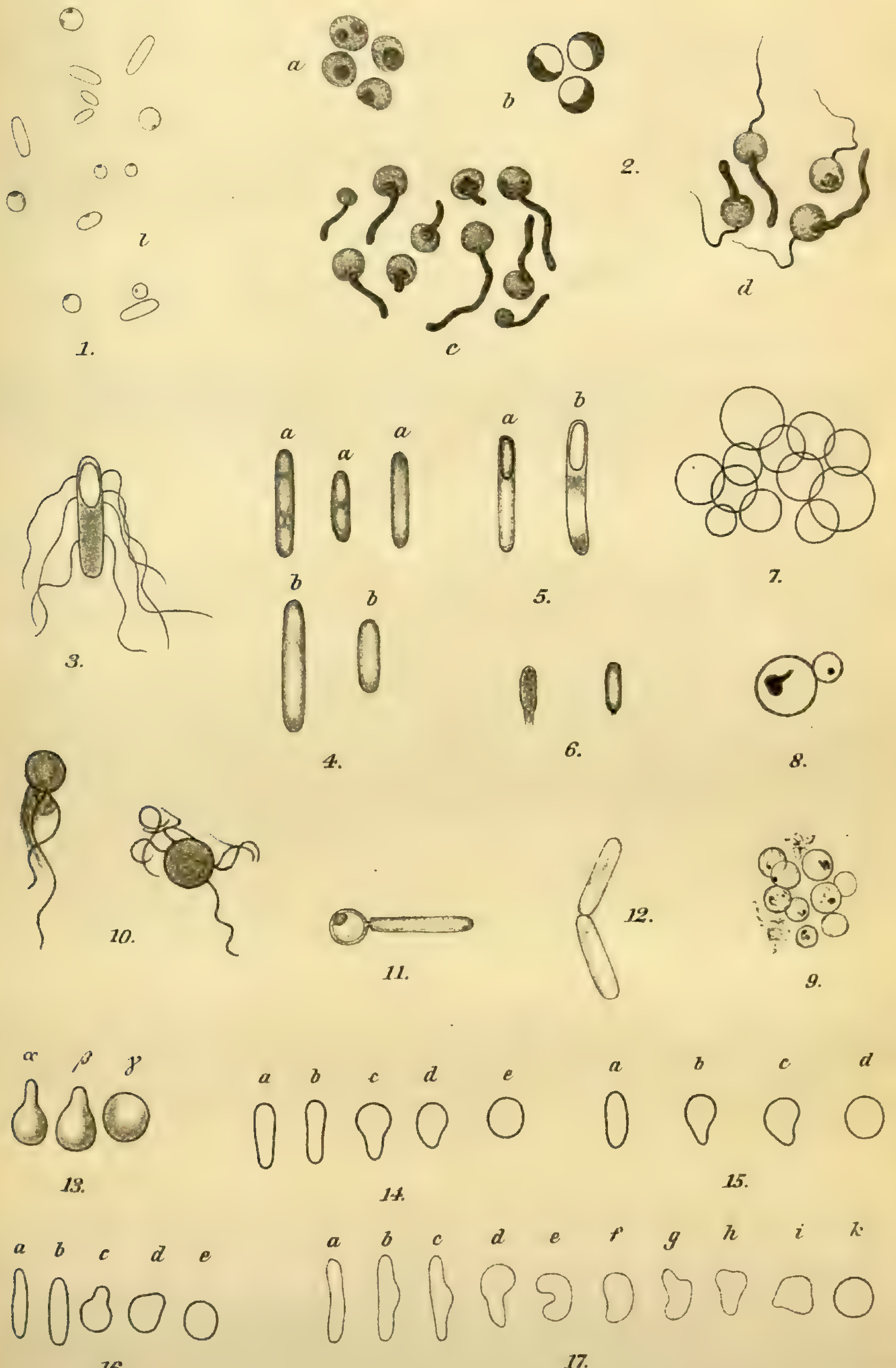
Utrecht (Holland). Botanisches Institut der Universität.

---

1) KNORR zeigte, dass das giftigste Bakterientoxin, d. h. das des Tetanus, bei Überimpfung von erster auf zweite Generation schon ohne Wirkung blieb, obgleich dessen Giftwert für weisse Mäuse 1 : 150 Millionen betrug.

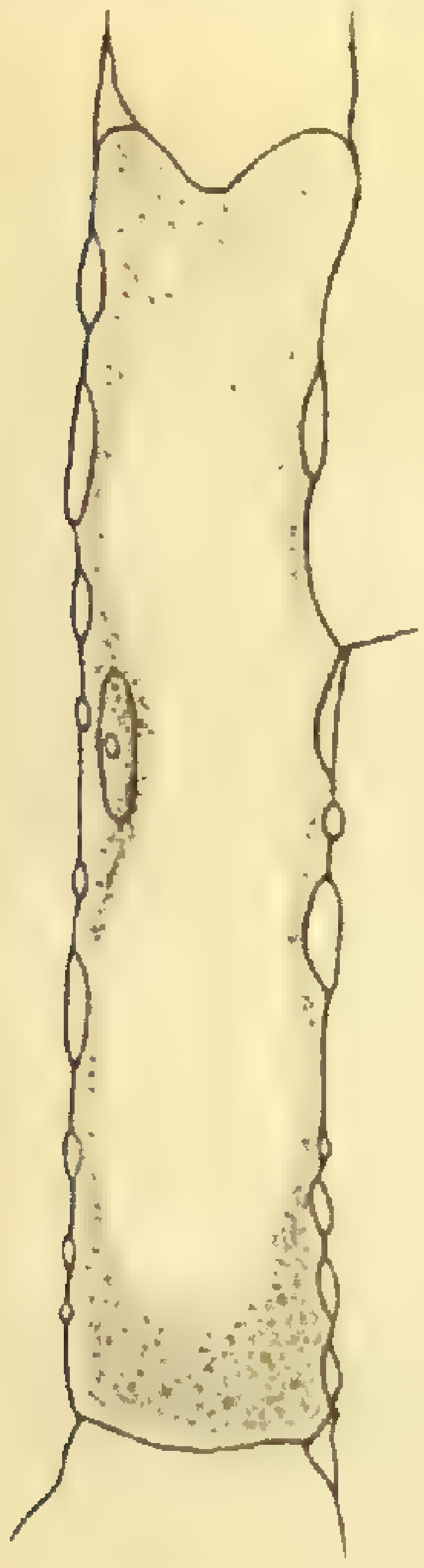
2) HUNGER, Die Verbreitung der Mosaikkrankheit infolge der Behandlung des Tabaks. Zentralblatt für Bakteriologie usw., II. Abt., 1904, Bd. XI, Nr. 12/13, S. 405—408.

Berichte d. Deutschen Bot. Gesellsch. Bd. XXIII. Taf. XVI.

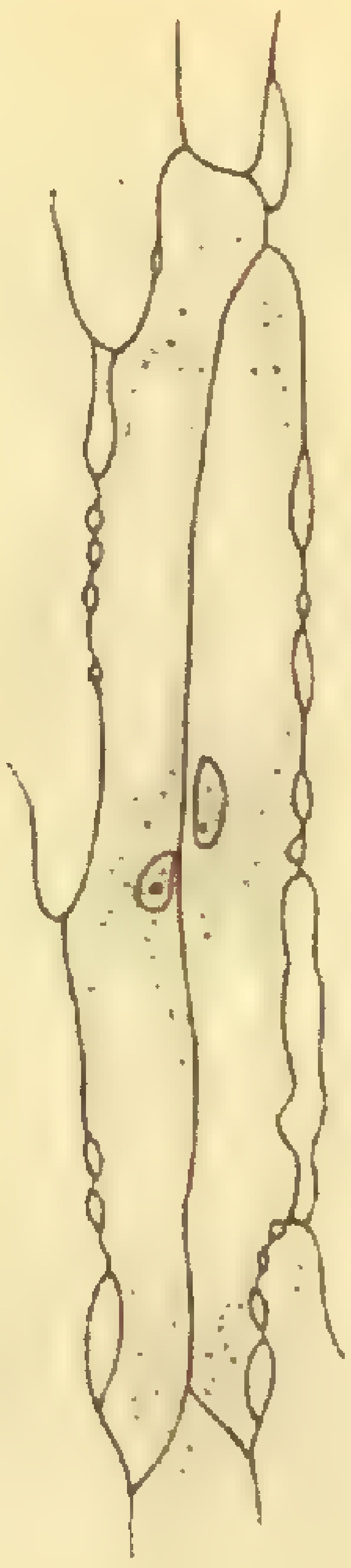

1.
l
a
b
2.
c
d
3.
a
a
a
b
b
4.
a
b
5.
6.
7.
8.
10.
11.
12.
9.
α
β
γ
13.
a
b
c
d
e
14.
a
b
c
d
15.
a
b
c
d
e
16.
a
b
c
d
e
f
g
h
i
k
17.

A. Meyer gez. E. Laue lith.

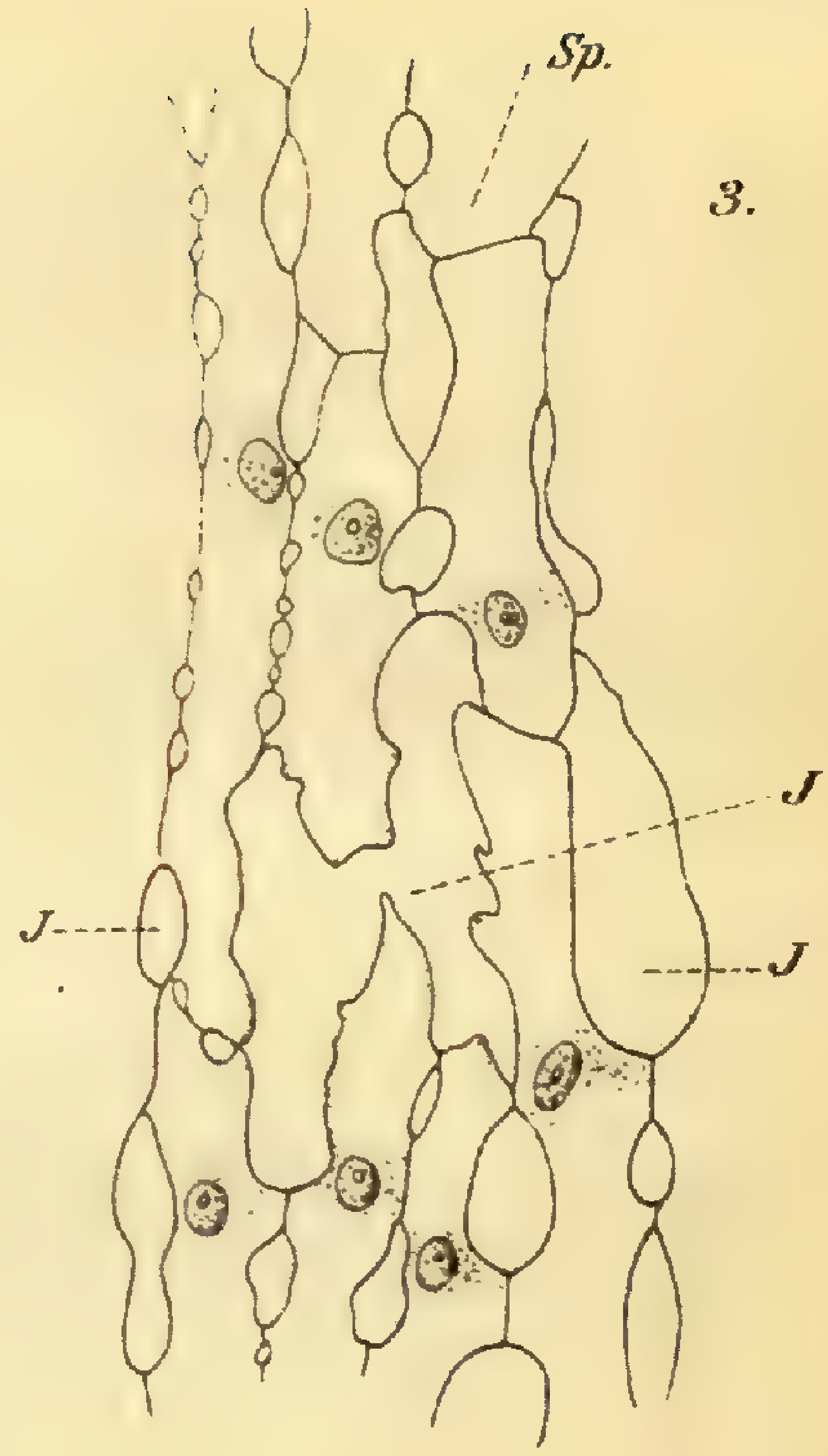
1.



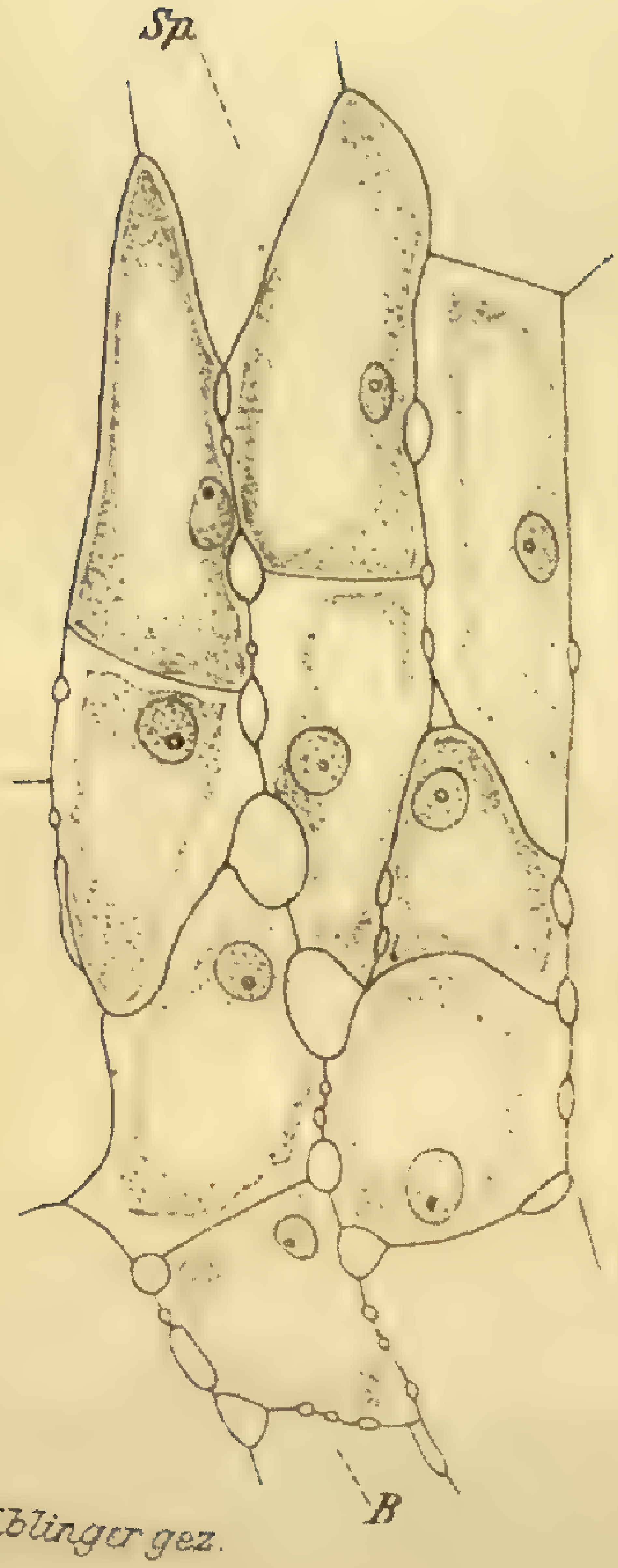
2.



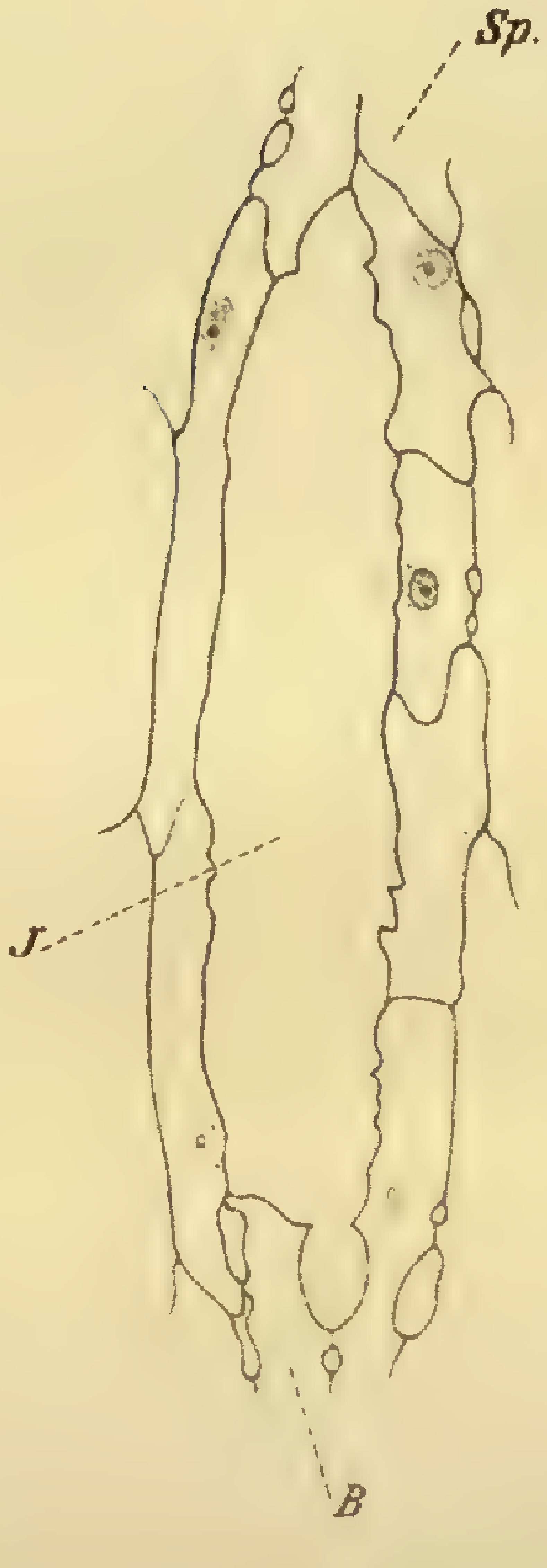
3.



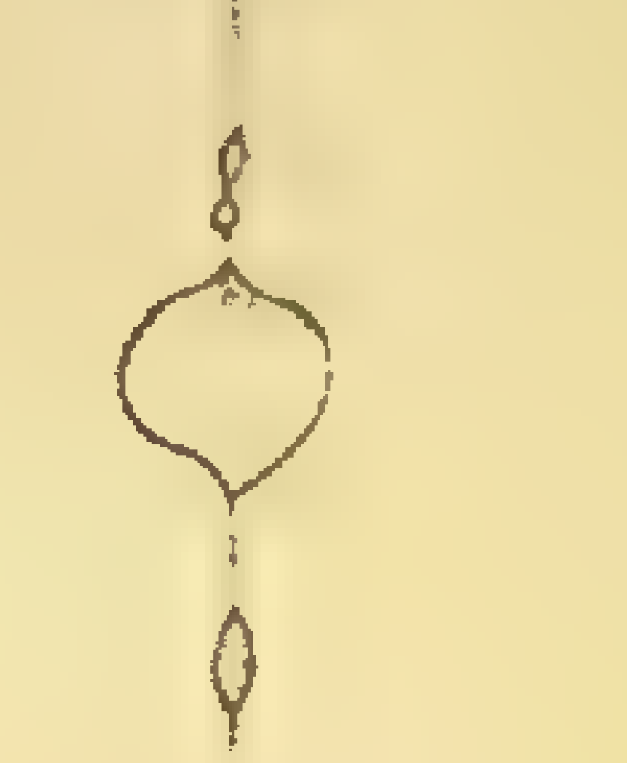
4.



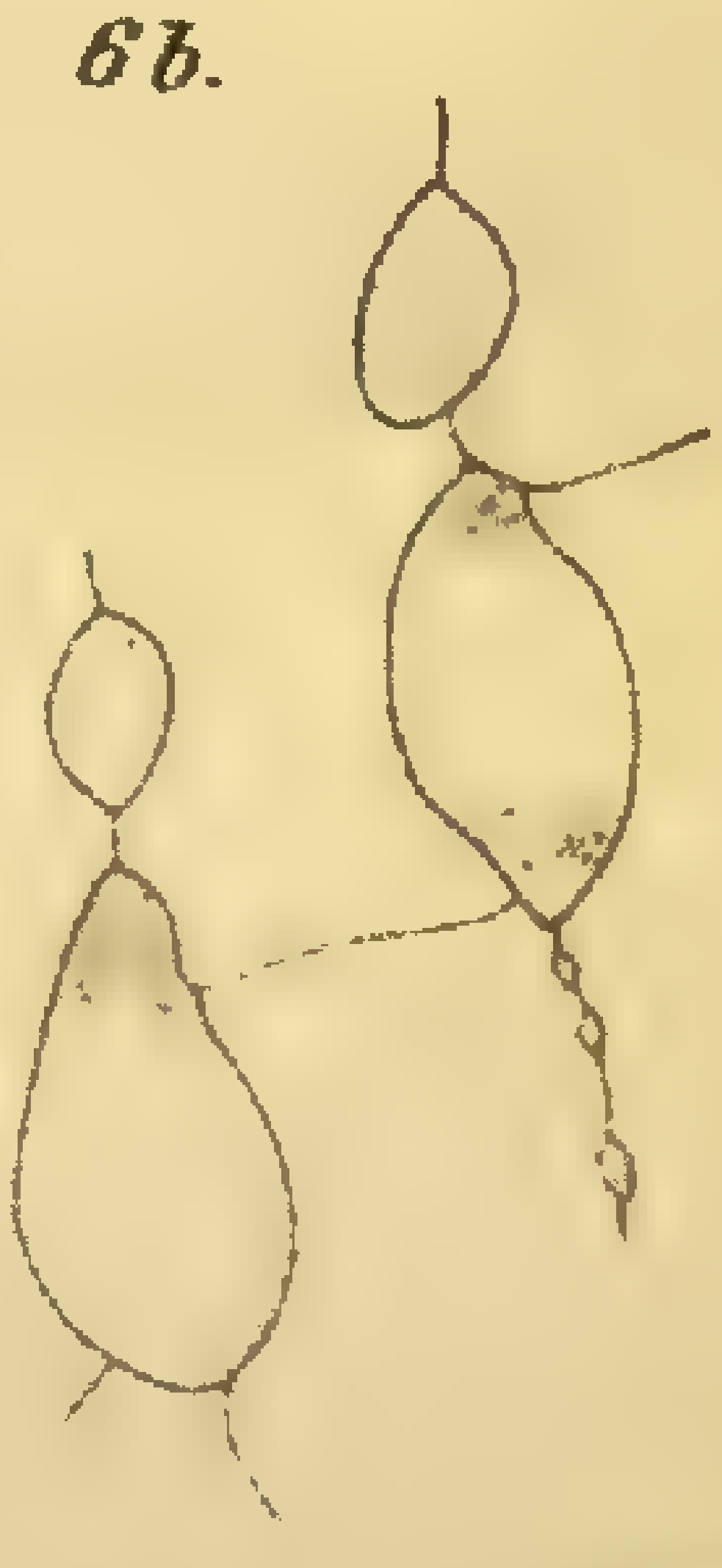
5.



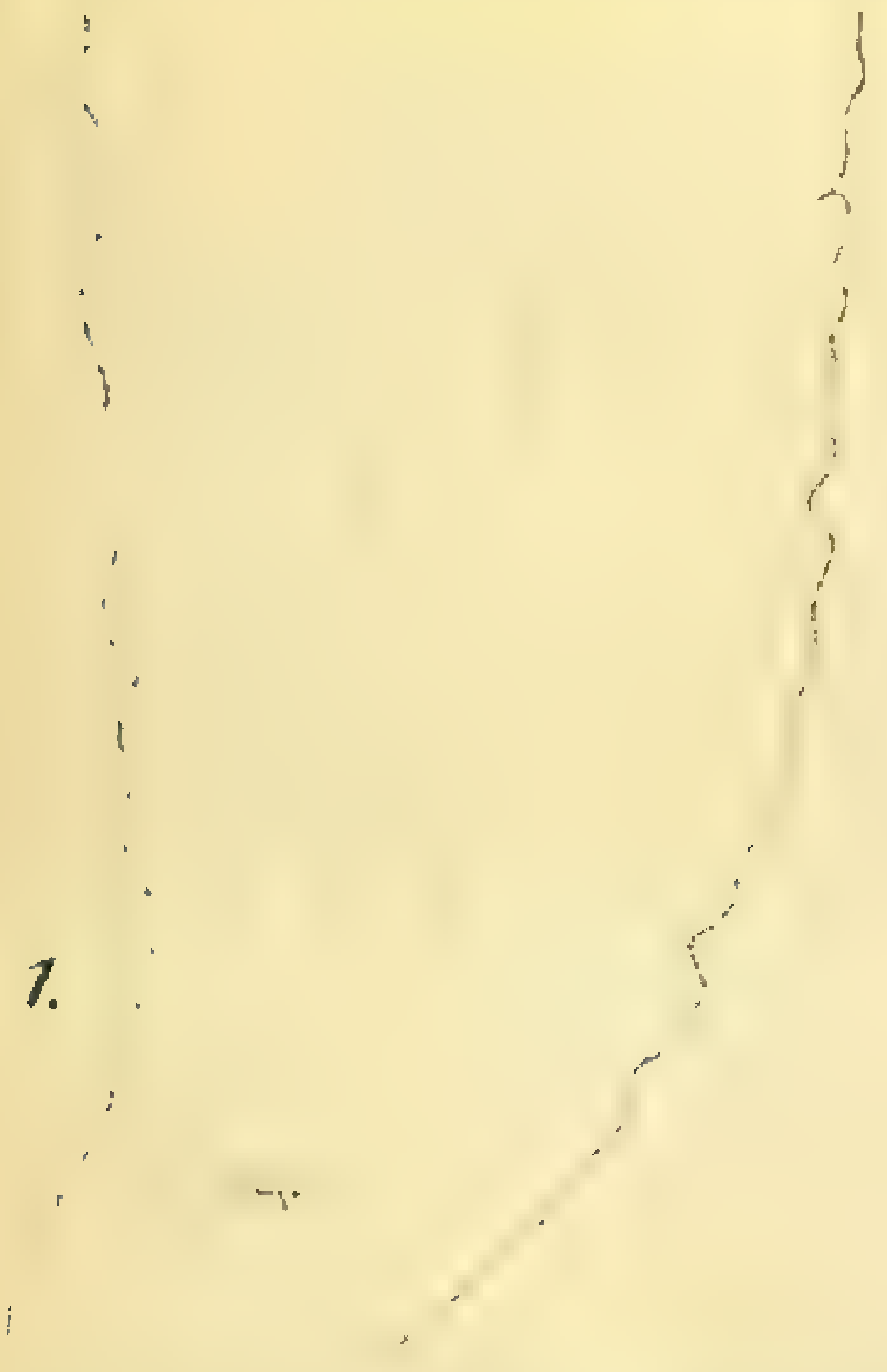
6a.

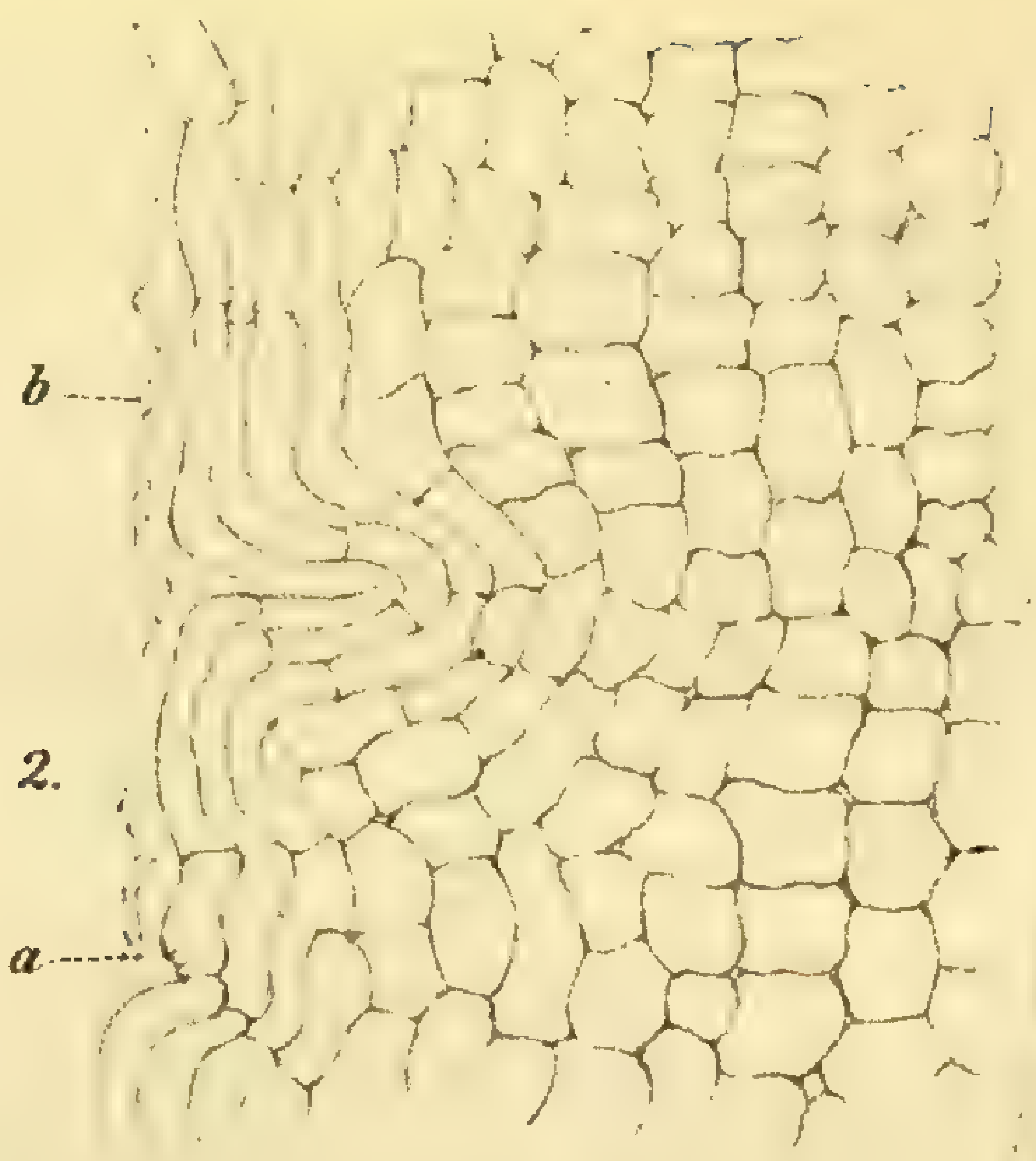


6b.

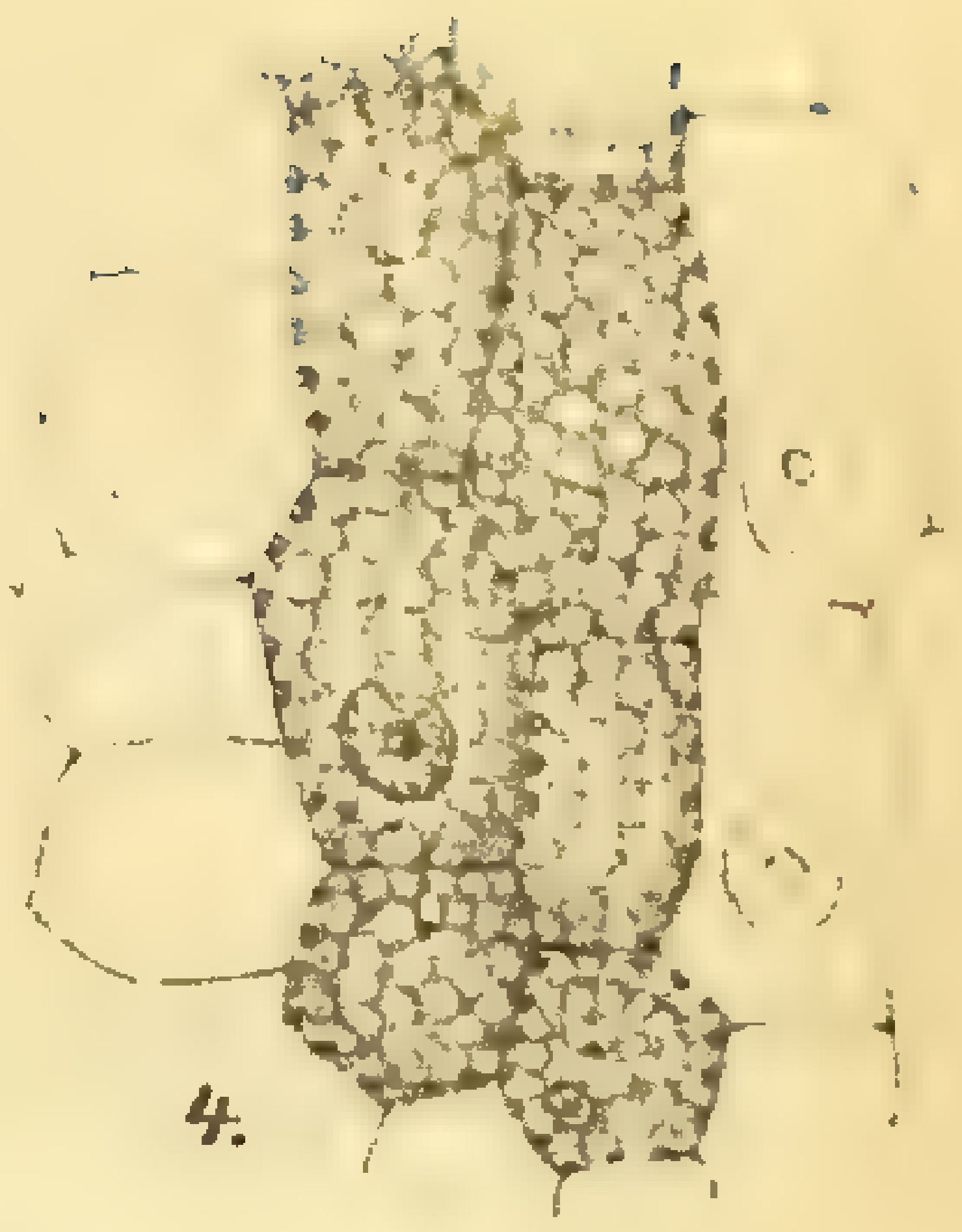


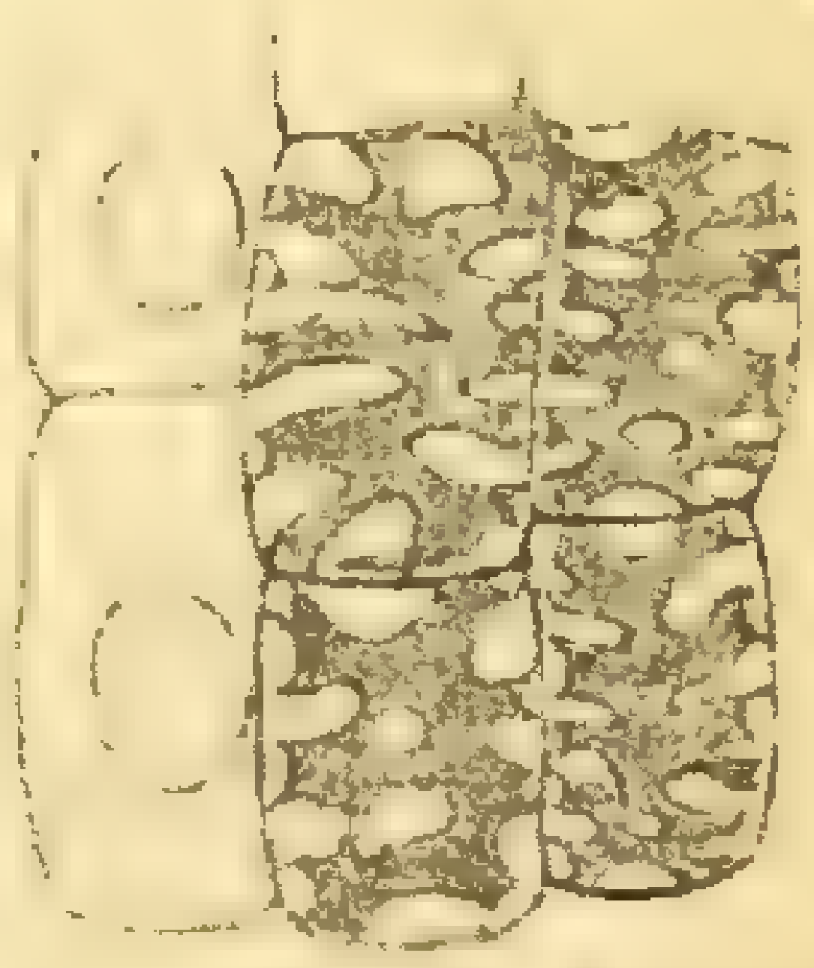
G. Leiblinger gez.
E. Laue lith.

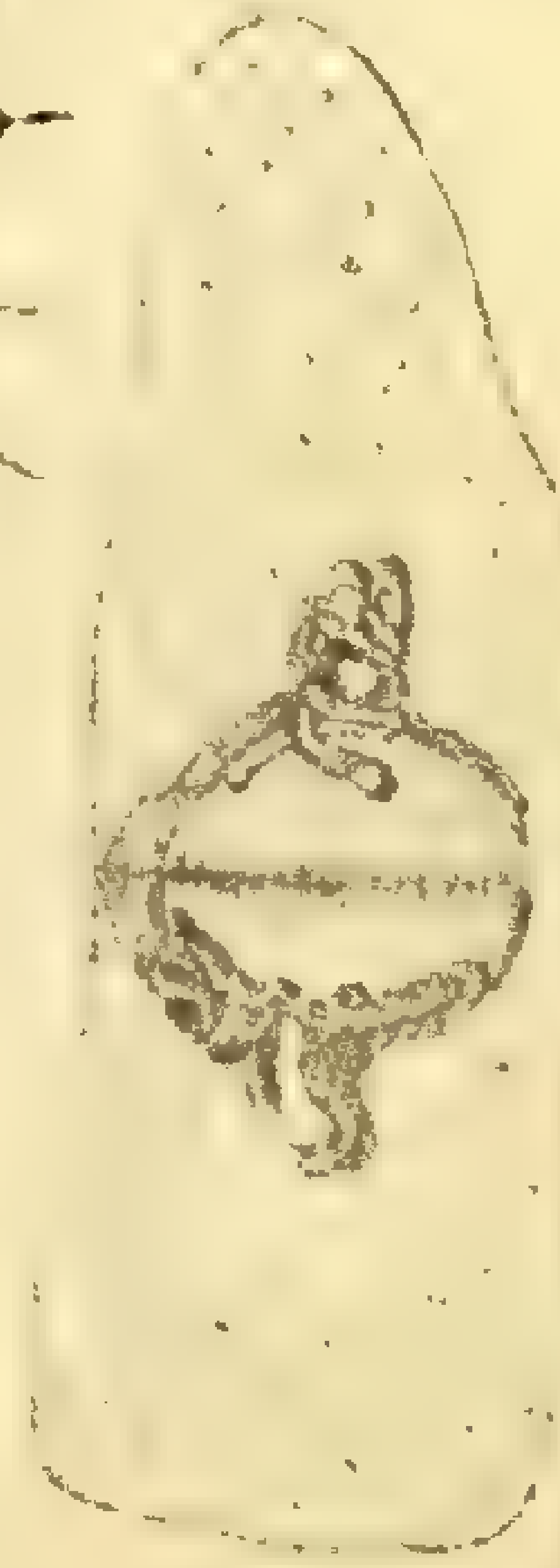

1.

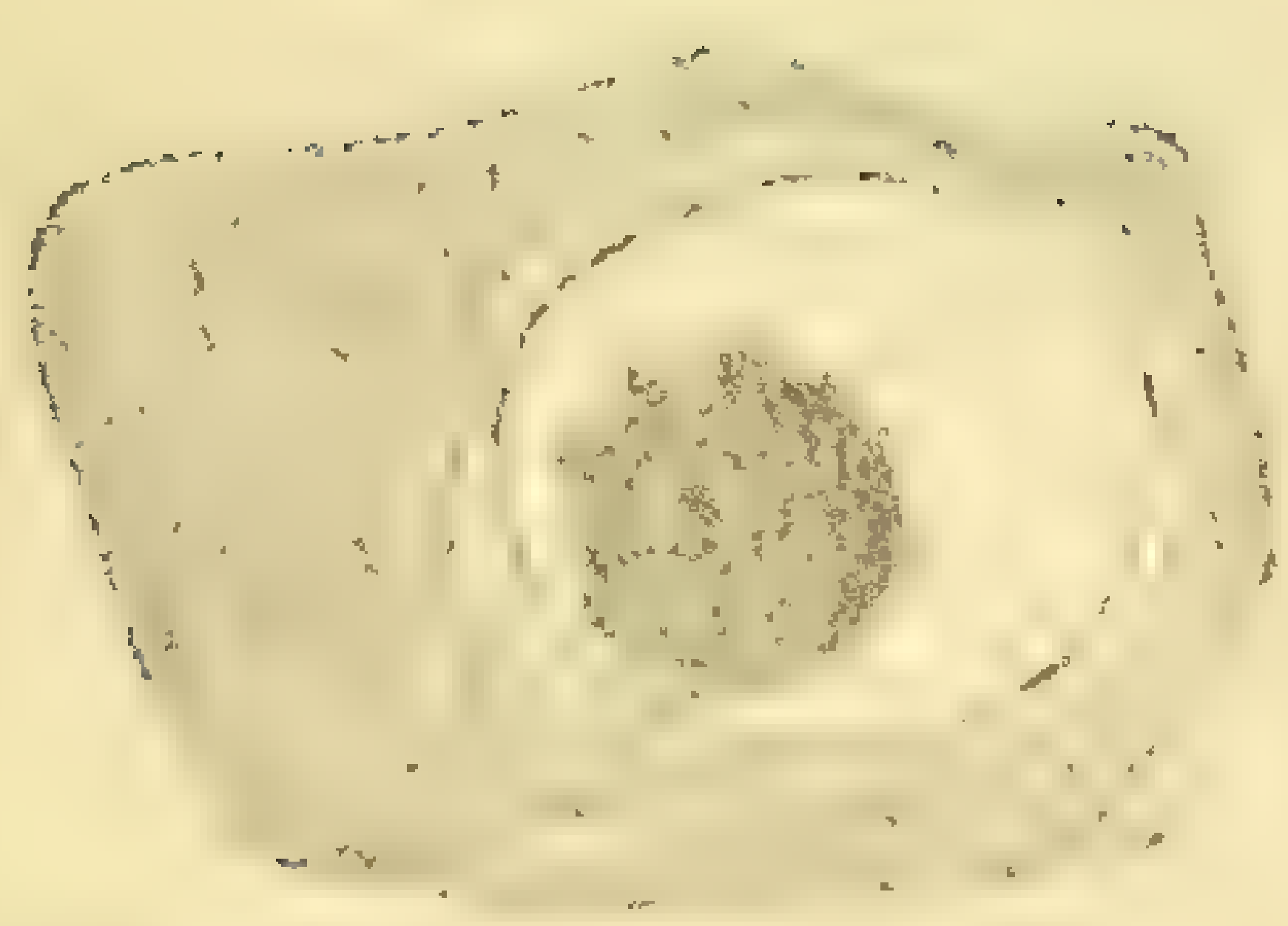


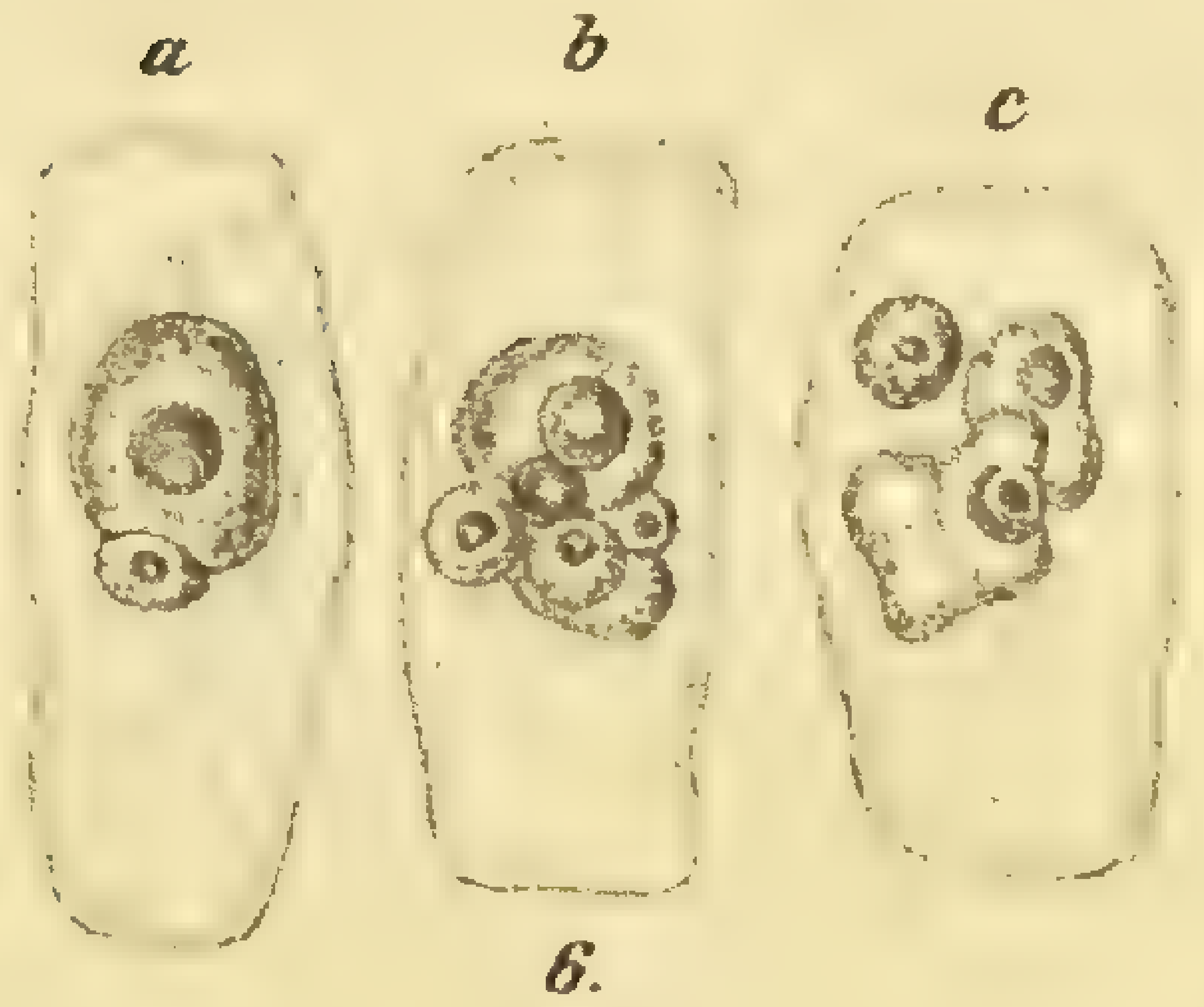
2.


4.

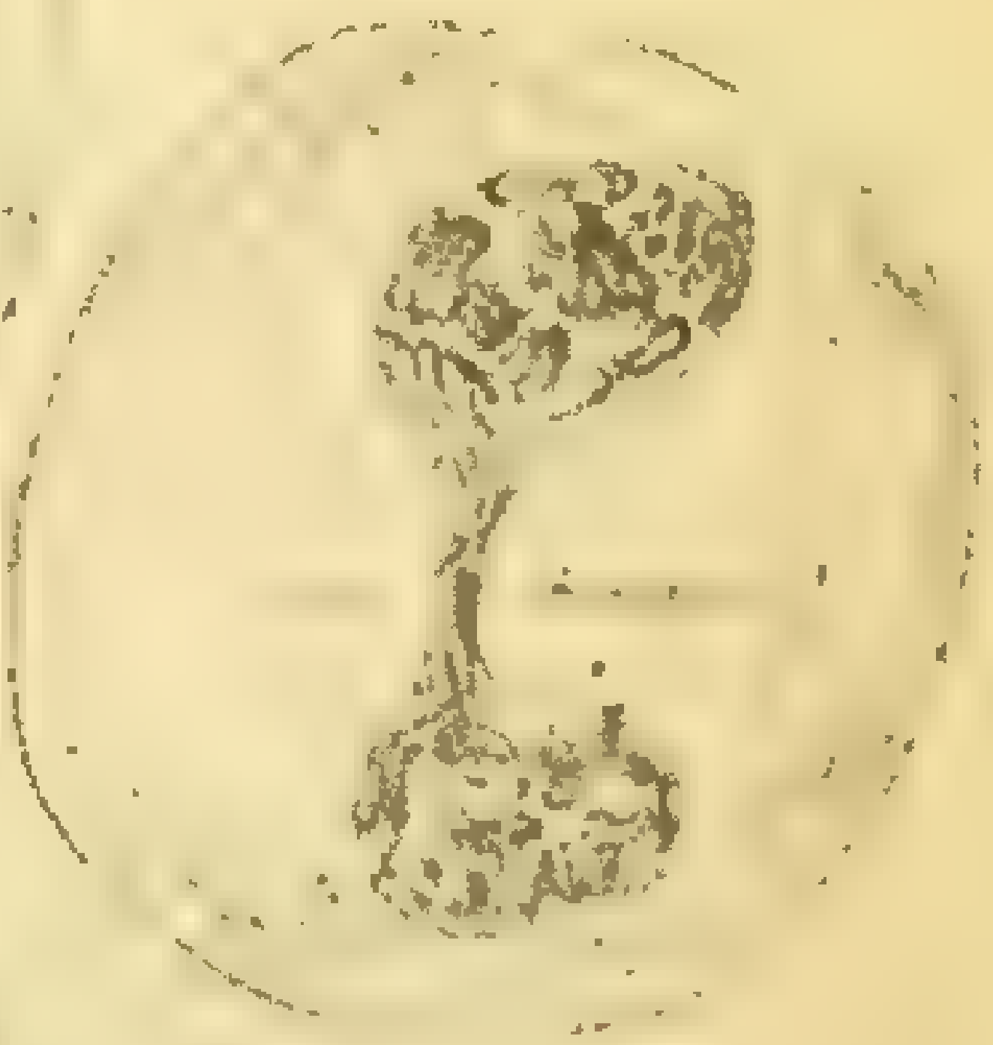

3.

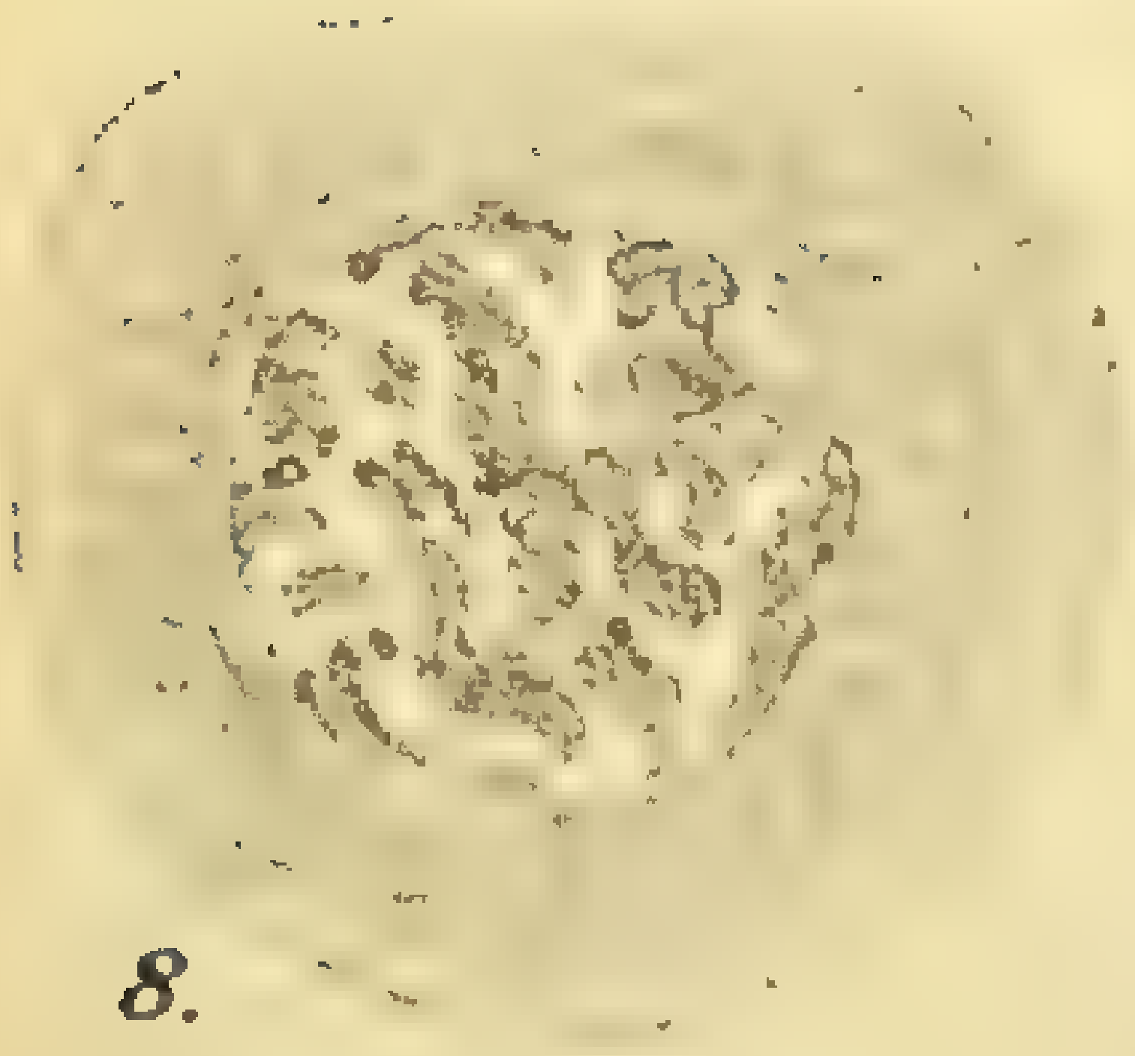

5.

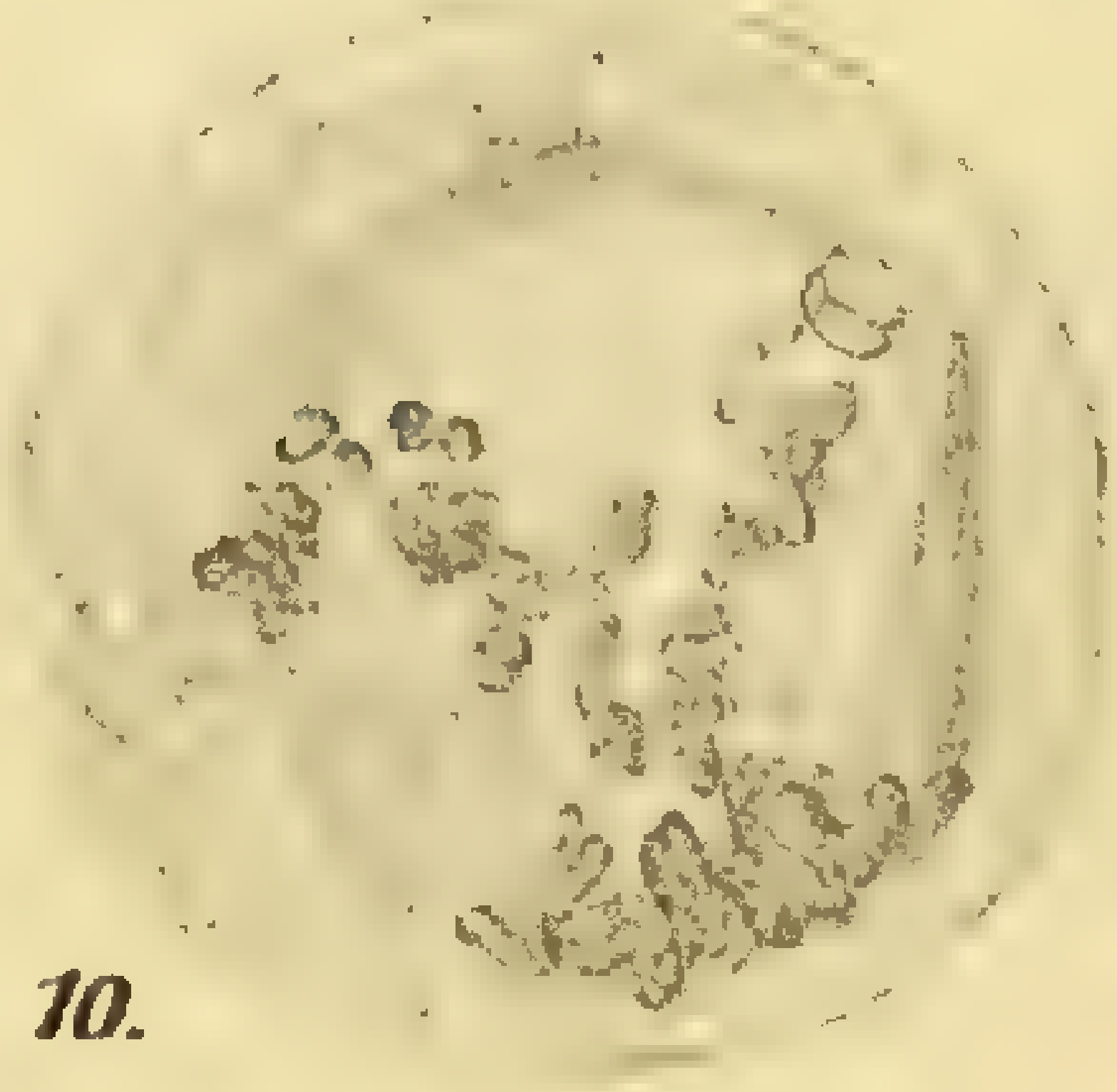

7.

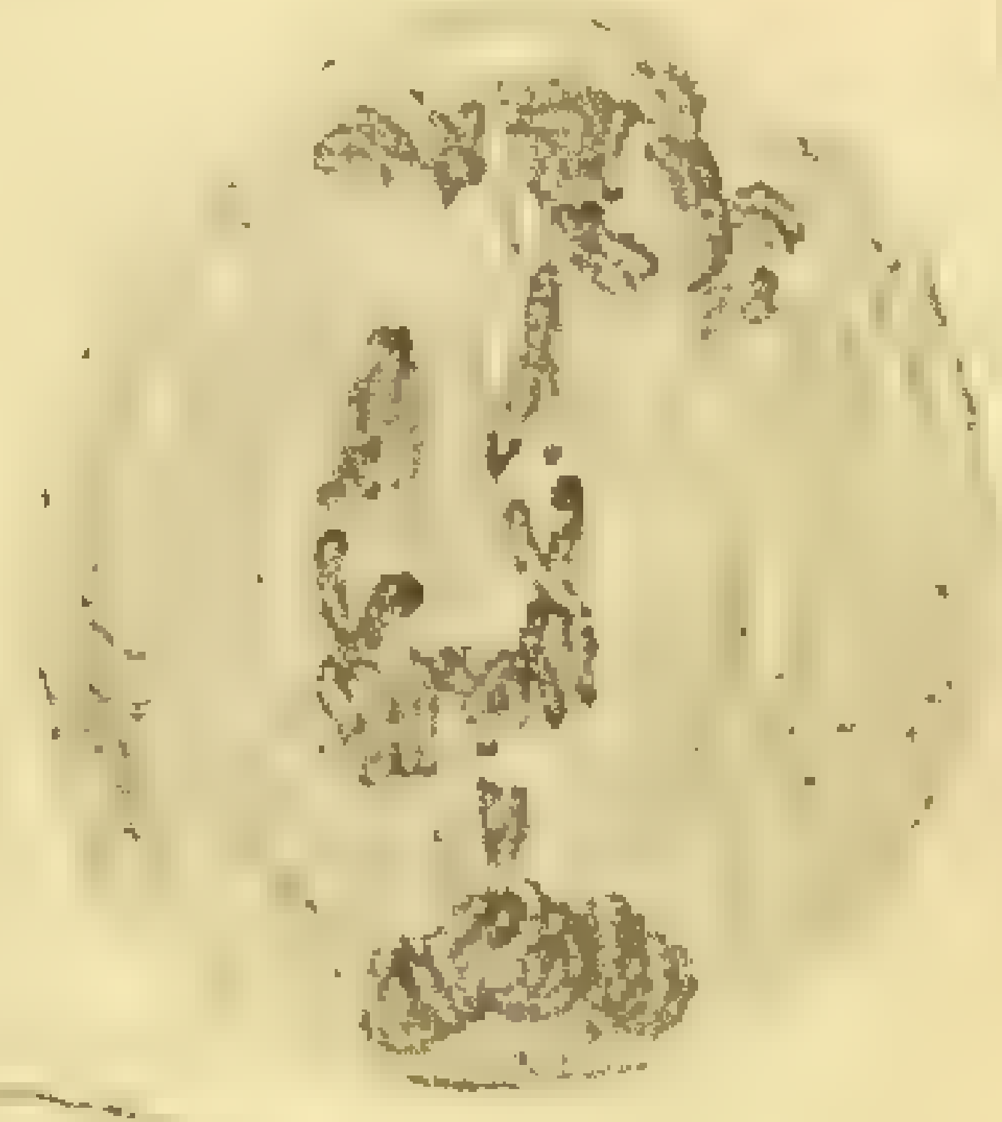


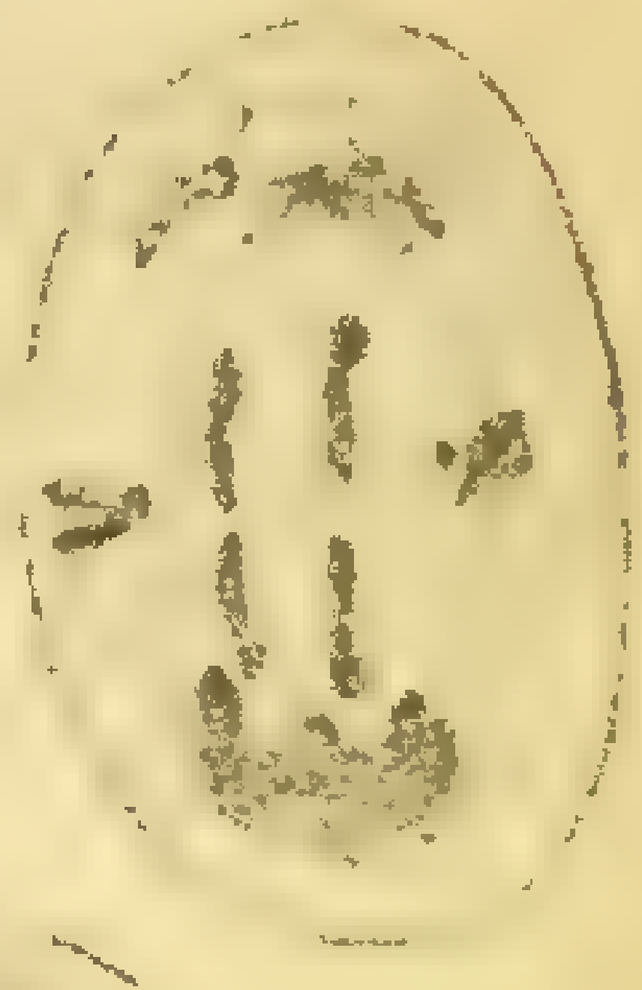
6.

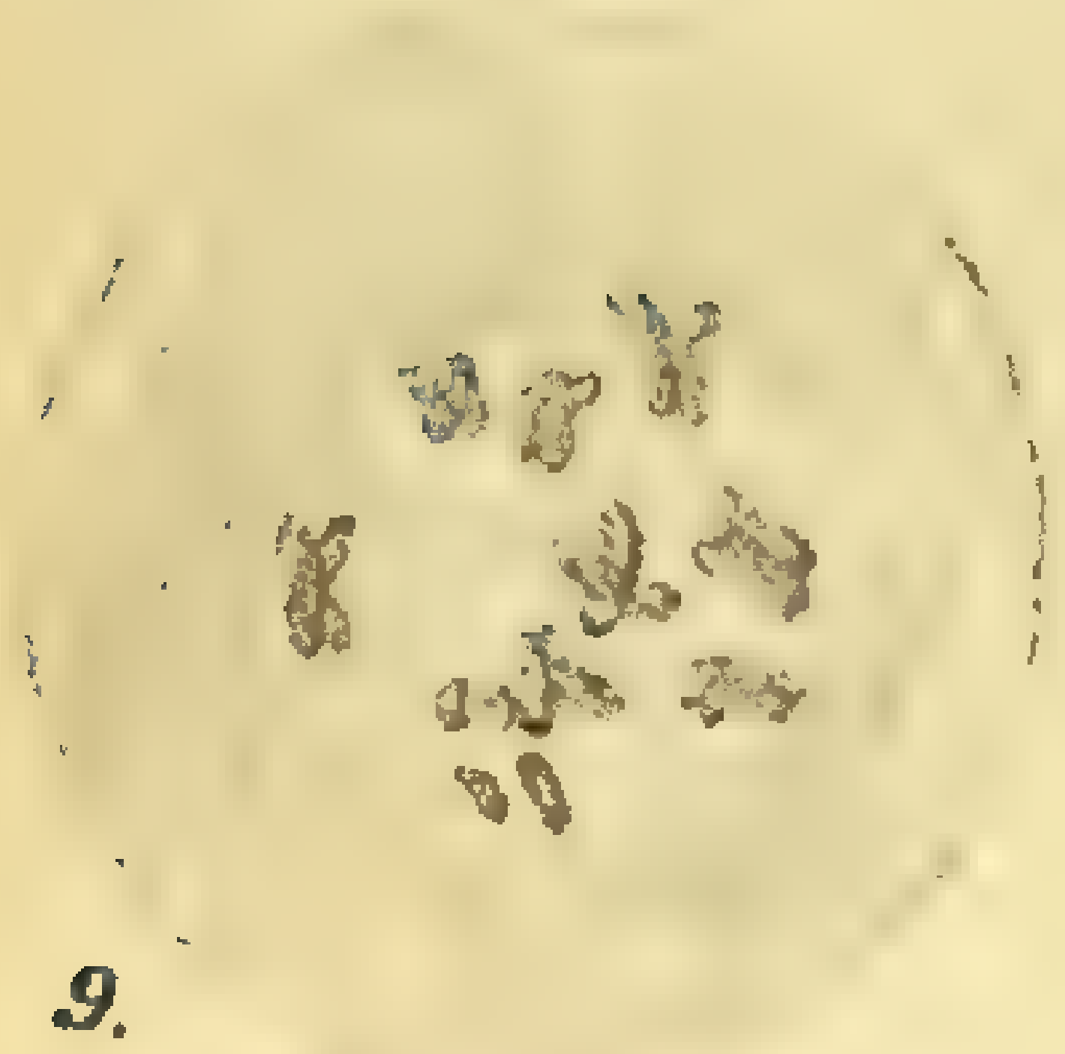

12.

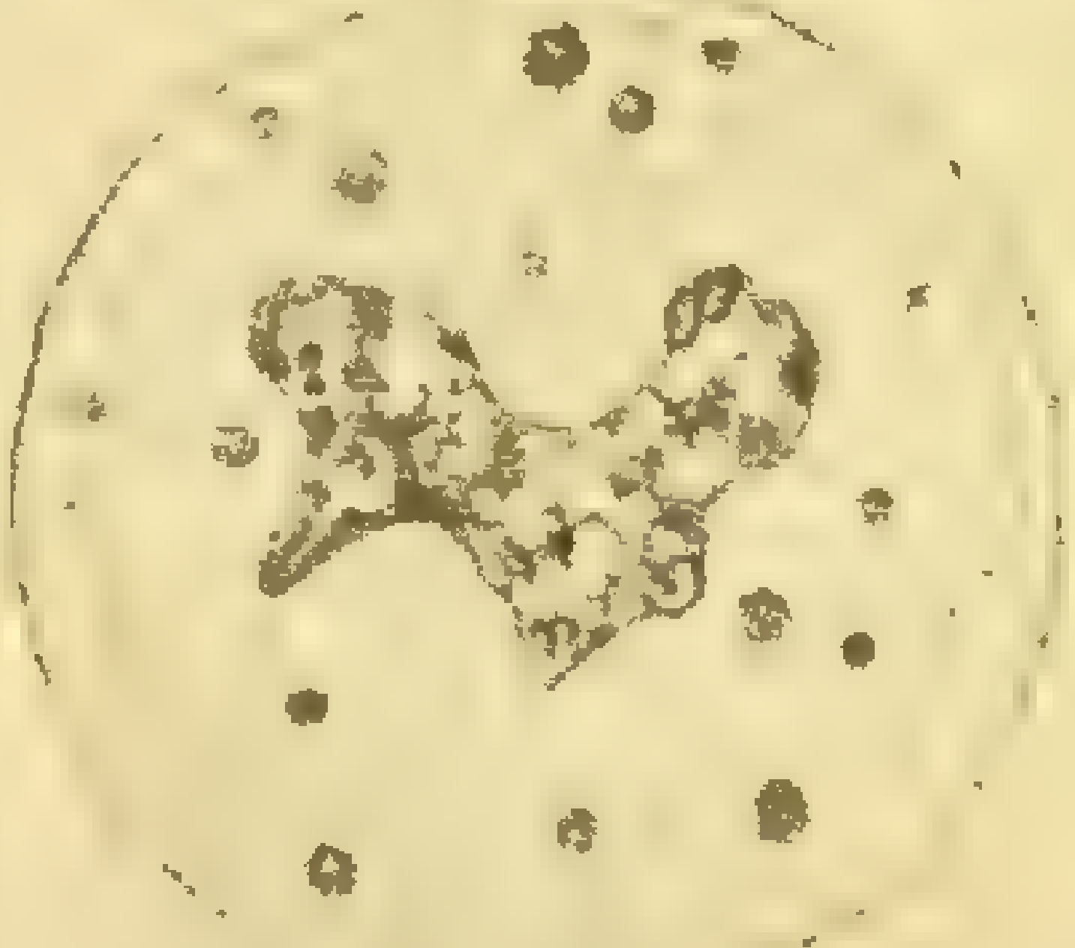

8.

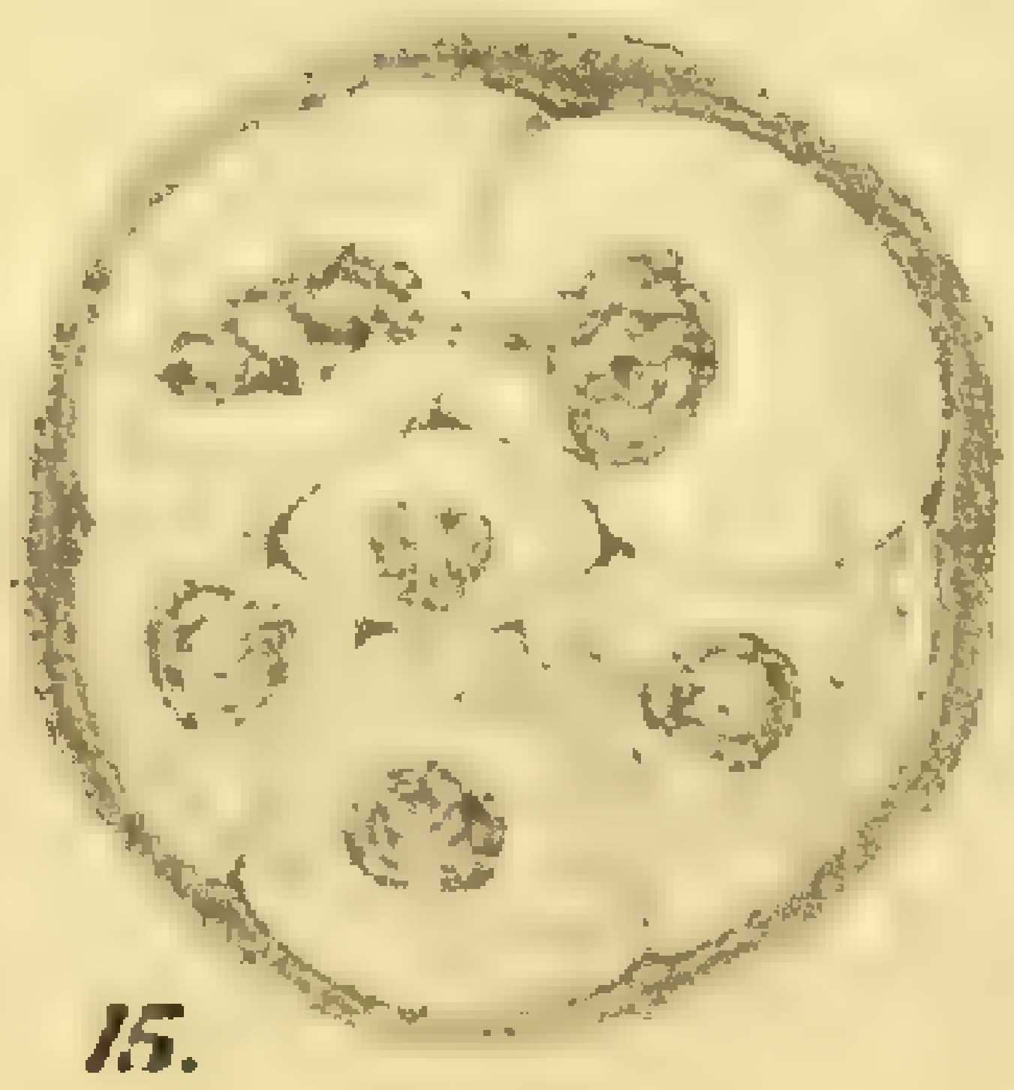

10.

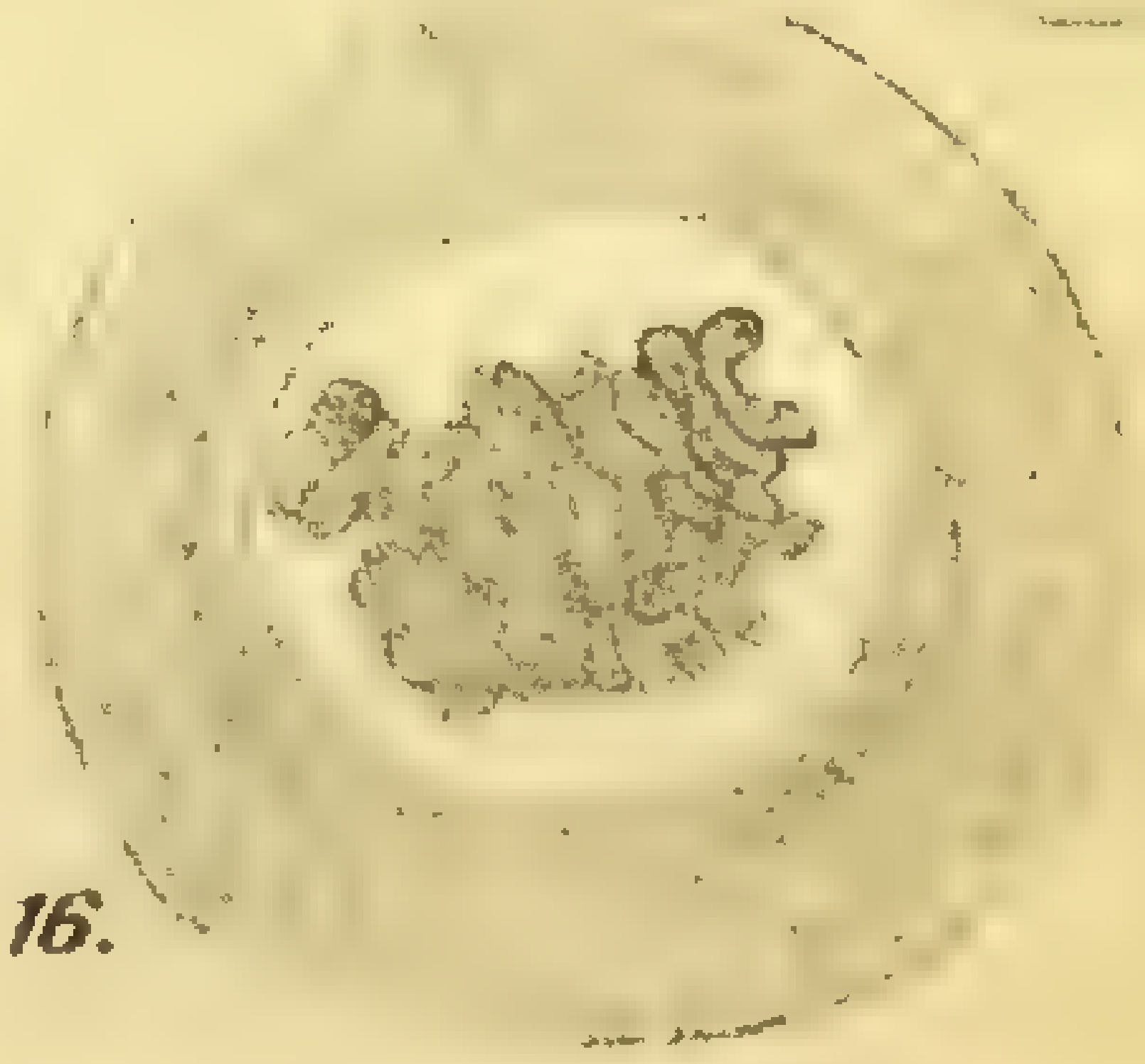

11.

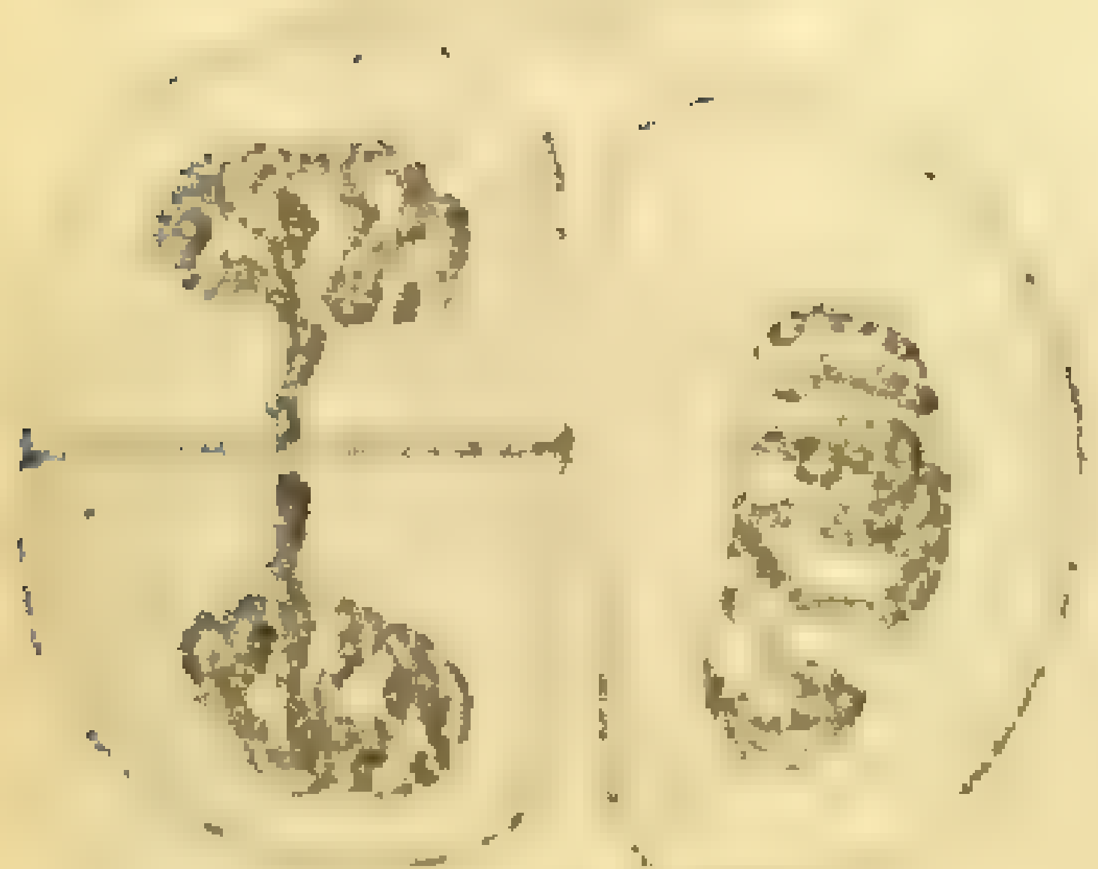

13.

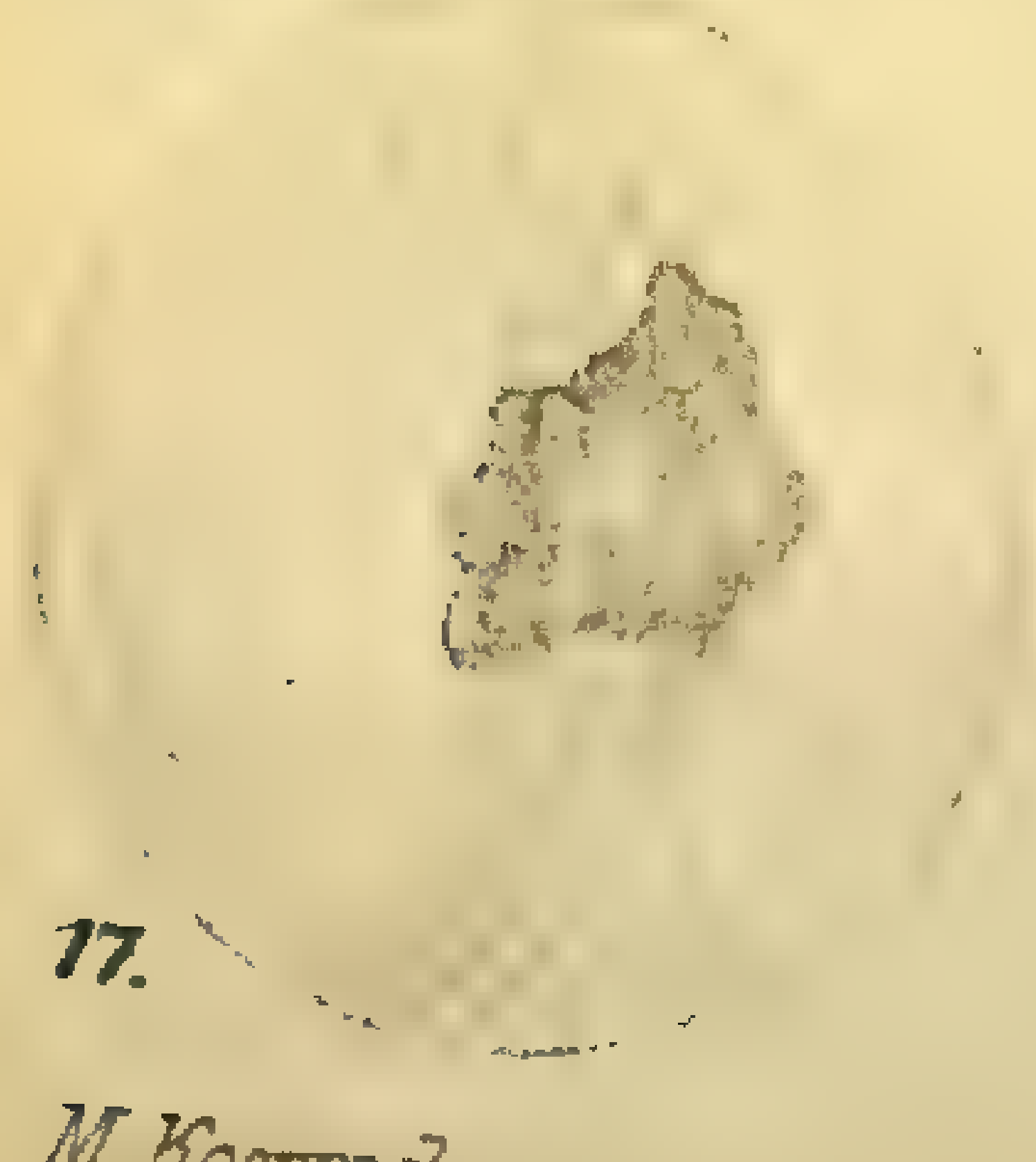

9.

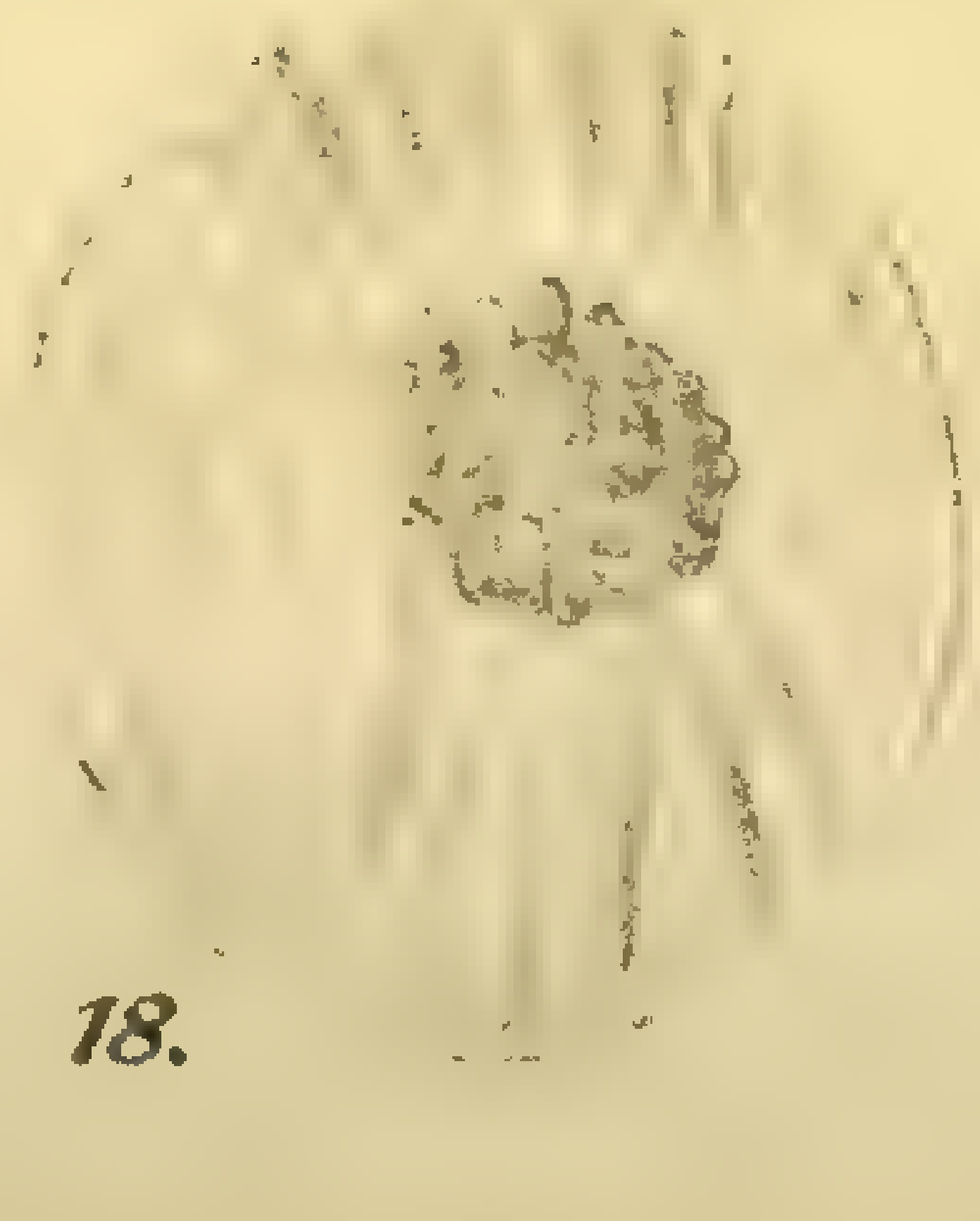

19.

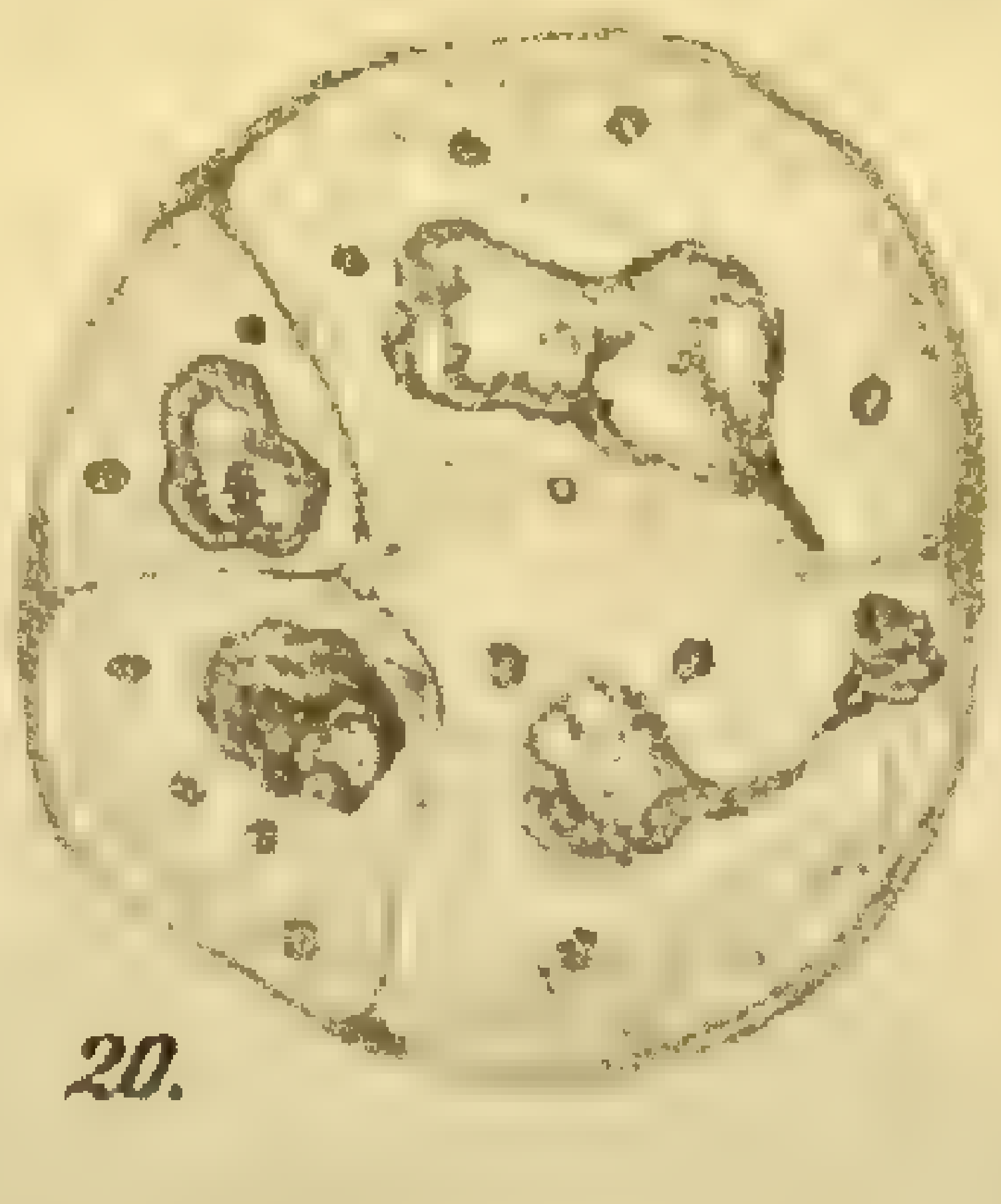

15.

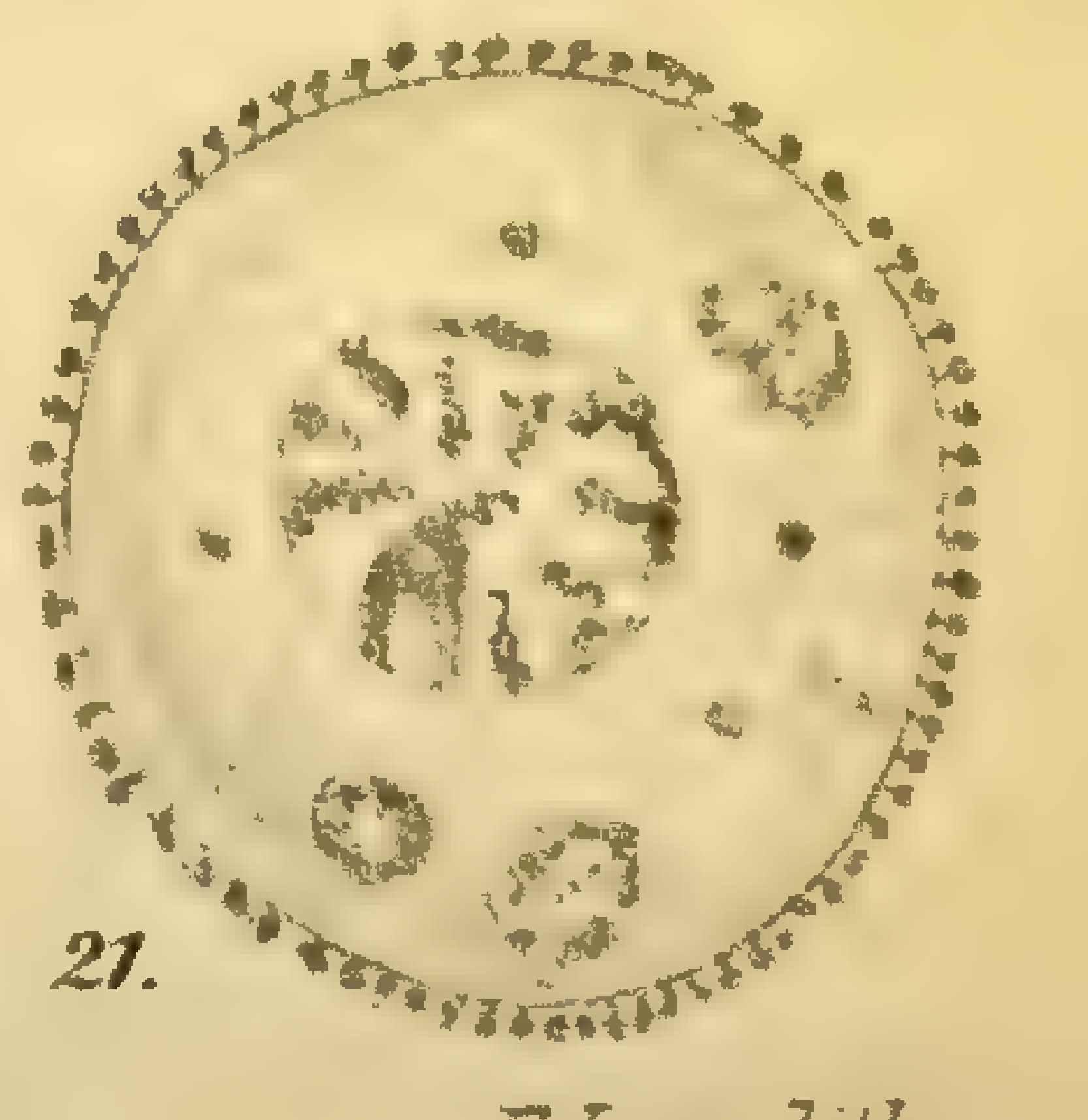

16.


14.


17.


18.


20.


21.

M. Koernicke gez. E. Laue lith.

Es wird gebeten, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** für die Sitzungen im Jahre 1905 an Herrn Geh. Rat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1905.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Kny, Vorsitzender; Engler, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2	Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5	„
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3	„
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2	„
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35	„
6.	für jeden Umschlag	1,5	„
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3	Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauerstrasse 29

Neue Erscheinungen:

Nachträge zur Flora der Deutschen Schutzgebiete in der Südsee (mit Ausschluss Samoas und der Karolinen) von **Prof. Dr. K. Schumann** † und **Dr. K. Lauterbach.** Mit 14 Tafeln und einem Bildnis von K. Schumann. Generalregister: Die Flora und Nachträge umfassend. Lexikon-Oktav. 34 Mk.

Das Hauptwerk erschien unter dem Titel:

Flora der Deutschen Schutzgebiete in der Südsee von Professor **Dr. C. Schumann** und **Dr. C. Lauterbach.** Mit einer Karte des Gebietes und 22 Tafeln, sowie einer Doppeltafel in Steindruck. Lexikon-Oktav. Geheftet 40 Mk. im Halbfranzband 45 Mk.

Studien über die Regeneration von Professor Dr. **B. Němec.** Mit 180 Text-Abbildungen. Geheftet 9 Mk. 50 Pf.

Auf Grund zahlreicher neuer und origineller Versuche wird in dem Buche das wichtige Problem der Regeneration von verschiedenen Seiten aus behandelt. Die vielen Fragen, die an die Regenerationsvorgänge anknüpfen, sucht der Verfasser der Lösung näherzubringen, indem er ausgewählte und günstige Objekte einer eingehenden experimentellen Untersuchung unterwirft; so gelangt er zu einer Reihe von Resultaten, die auf die fraglichen Vorgänge in vieler Beziehung ein neues Licht werfen und die für jeden Biologen von Interesse und Wichtigkeit sind.

Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen von Professor **Dr. A. Wieler.** Mit 19 Textabbildungen und einer Tafel. Geheftet 11 Mark.

Bei der beständig sich ausdehnenden Industrie und dem unausgesetzten Wachsen der grossen Städte ist die Ausbreitung der durch saure Gase hervorgerufenen Beschädigungen der Vegetation in immer steigendem Maasse zu erwarten. Ein Werk, das, wie das vorliegende, die Einwirkung der schwefligen Säure auf die verschiedenen Funktionen des Pflanzenorganismus behandelt, dürfte daher allseitig einer willkommenen Aufnahme gewiss sein. Muss doch gerade der schwefligen Säure von allen sauren Gasen praktisch die grösste Bedeutung beigemessen werden, denn sie entweicht nicht nur bei vielen industriellen Betrieben, sondern gelangt auch dauernd mit den Verbrennungsgasen der Kohlen in die Luft.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

Angefügt ein Prospekt der **Verlagsbuchhandlung Chr. Herm. Tauchnitz,** Leipzig, auf den wir besonders hinweisen.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 9.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 9.

MIT TAFEL XIX—XX.

AUSGEGEBEN AM 28. DEZEMBER 1905.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 9.

Seite
Sitzung vom 24. November 1905 419

Mitteilungen:

62. Fritz Blumentritt: Aspergillus bronchialis Blumentritt und sein nächster Verwandter (Aspergillus fumigatus Fres.). (Mit Tafel XIX). 419
63. Hubert Winkler: Bemerkungen über die vegetativen Verhältnisse einiger Bignoniaceen 427
64. O. Treboux: Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen 432
65. G. Haberlandt: Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von Selaginella Martensii Spring. (Mit Tafel XX) 441
66. C. Correns: Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie 452
67. Hermann Dingler: Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall 463
68. Fr. Thomas: Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Pilzkreises von Hydnum suaveolens Scop. 476

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 29. Dezember 1905,

abends **7** Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 24. November 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Hausrath, Dr., ordentlicher Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** i. B. (durch L. KLEIN und CARL MÜLLER),

Preuss, Hans, Lehrer in **Danzig**, Gartengasse 1 (durch G. TISCHLER und J. ABROMEIT).

Der Vorsitzende teilt der Gesellschaft mit, dass von Sr. Exzellenz dem Herrn Wirklichen Geheimen Rat Dr. KÜHN ein Dankschreiben für die ihm zum 80. Geburtstage von der Gesellschaft gewidmete Gratulation eingegangen ist.

Mitteilungen.

62. Fritz Blumentritt: Aspergillus bronchialis Blumentritt[1] und sein nächster Verwandter (Aspergillus fumigatus Fres.).

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 8. November 1905.

Kurz vor Herausgabe der WEHMER'schen Monographie der Pilzgattung *Aspergillus*[2]) erschien eine kurze Mitteilung über den von mir als neu beschriebenen *Aspergillus bronchialis*[1]), welcher Pilz vom medizinischen Standpunkte von Dr. F. LUCKSCH in Prag[2]) behandelt wurde.

---

[1] So benannt von Dr. H. MOLISCH.

[2] C. WEHMER, Monographie der Pilzgattung *Aspergillus*. Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève (T. XXXIII, 2me partie, No. 4

Im Folgenden sollen die ersten Angaben ergänzt und die Unterscheidung des Pilzes von *Aspergillus fumigatus* Fres. klargelegt werden.

„Gerade vergleichende Kulturen der Spezies auf verschiedenen Substraten und unter variablen Bedingungen geben erst die richtigen Anhaltspunkte . . .“ sagt WEHMER S. 17 seiner Monographie. Ein solcher Vergleich scheint mir betreffs der makroskopischen Wachstumsbilder der Pilze — analog dem Vergleiche der Bakterienkulturen — bisher zu wenig betont. Durch solche Studien aber werden, wie unsere Untersuchungen zeigen, Pilze auseinander gehalten, die bei bloss mikroskopischer Untersuchung leicht verwechselt werden können.

Der Satz: „Das Mycel aller Arten bietet so wenig Besonderes, dass es ohne grossen Fehler übergangen werden könnte . . .,“ gilt sicher nur für mikroskopische Untersuchung! Makroskopisch gibt es deutliche Unterschiede: ein Mycel ist sehr zart und so durchscheinend; ein anderes dicht, seine Randzone scharf begrenzt; eines kann mächtige Lufthyphen[3]) emporsenden, das andere bildet keine, liegt ganz glatt auf; das eine zeigt eine geringe, das andere eine mächtige Zuwachszone, die wieder wirr-filzig oder wie gekämmt aussehen kann.

Der *Aspergillus fumigatus* Fres., den ich zu den Vergleichskulturen verwende, wurde mir freundlichst von Dr. C. WEHMER zugeschickt, wofür ich hier bestens danke.

Ein aus dem KRÁL'schen Laboratorium in Prag bezogener *Aspergillus fumigatus* zeigte ein ganz abweichendes Verhalten in den Kulturen und wird hier gleich vorgreifend als *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens* bezeichnet, er ist möglicherweise nur ein „Kulturkrüppel“ und wird nicht durchwegs in Vergleich gezogen.

---

[1]) Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft. Jahrg. 1901, Bd. XIX. Heft 7.

[2]) Zeitschr. für Heilkunde, XXIII. Bd., Jahrg. 1902, Heft 4. — In derselben Zeitschrift (XXIV. Bd., Jahrg. 1903, Heft 10) veröffentlicht Dr. H. NAKAYAMA einen Fall von Pneumonomycosis, in welchem, nach mir zugeschickter Reinkultur, auch *Aspergillus bronchialis* als Gewebezerstörer auftrat.

[3]) Als solche bezeichne ich nur deutlich mit freiem Auge erkennbare aufstrebende Hyphen und Hyphenschöpfe!

Makroskopischer Vergleich der Kulturen.

a) Agar[1]).

Die Pilze in Strichkulturen, deren Impfstrich breit; Zimmertemperatur, zerstreutes Tageslicht.

Tag	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.
2.	Mycel klein, weiss.	Mycel klein, sehr zart, grünlich.
4.	Mycel viel grösser; Mittelzone der Decke: dichter Lufthyphenschopf; Sporenbildung scheint durch!	Mycel viel grösser; Decke liegt ganz glatt auf; keine Lufthyphen: Sporenbildung deutlich.
etwa 10. u. folg.	Mycelboden: sehr dicht, weiss; Decke: Mittelzone (Fig 1, *a*), chromgrün (Sporenbildung!); Randzone (*b*), steril, weisslich, jüngster Teil derselben (*c*), rein weiss, trägt hohe Lufthyphen.	Mycelboden: sehr zart, daher Deckenfarbe durchscheinend! Decke: ganz glatt, keine Lufthyphen; Sporenbildung in allen Teilen: am stärksten am Impfstriche (Fig. 2, *a*), schwächer in Zone *c*, sehr zart in den anderen Teilen (*b*).

Aspergillus fumigatus var. *tumescens*: Entwicklung sehr langsam; nach mehreren Tagen Mycelien noch sehr klein, weiss, dichtpseudoparenchymatische Geflechte; Mycelien sehen sehr kümmerlich aus, was auf anderen Nährböden noch deutlicher wird, wo dieselben bisweilen sich kugelig aufblähen und platzen; das veranlasste mich, den Namen *tumescens* zu wählen. Unter nicht näher studierten Umständen zeigten die Mycelien auf Agar auf der Unterseite rote Pigmentbildung!

b) Kartoffel.

Für Eprouvettenstrichkulturen zugeschnittene Streifen; 36° C. im Dunkeln.

---

[1]) Zusammensetzung:

1000	*g*	Wasser
5	„	Rohrzucker
10	„	Pepton
0,25	„	HK_2PO_4
0,25	„	SO_4Mg
0,25	„	NO_3K;

diese Lösung wird mit 20 *g* Agar versetzt.

Dieser wie die folgenden Nährböden sind seit Jahren im Laboratorium H. MOLISCH's für Pilze in Verwendung; sie bestehen im wesentlichen aus der in MOLISCH's Abhandlung: „Über die mineralische Nahrung der Pilze“ (Sitzungsber. der kais. Wiener Akad. 1894) angegebenen Nährlösung mit entsprechenden Zusätzen von Pepton, Gelatine oder Agar.

Tag	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.
2.	Ganzes Substrat überwuchert; Lufthyphen deutlich; Sporenbildung massenhaft.	Halbes Substrat überwuchert; keine Lufthyphen; Sporenbildung deutlich.
4. u. folg.	Wo Substrat und Glaswand sich berühren, greift das Mycel auf diese über: Fig. 3: Längs der Berührung zwischen Substrat (*s*) und Glas zieht eine ganz weisse, über 1 *mm* breite Zone (*m*), d. i. ein durch Übergreifen sichtbar werdender Teil der Mycelunterseite. Daran schliesst sich eine zartgrüne Zone (*f*), das sind die bis $^1/_2$ *cm* am Glase gewachsenen, zerstreut fruktifizierenden Hyphen.	Unter den gleichen Verhältnissen wie bei *bronchialis* ein ganz anderes Bild: Fig. 4: Es folgen Substrat (*s*), eine sehr schmale weisse Zone (*m*), eine tief dunkelgrüne, fast 1 *mm* breite (*k*) und endlich eine heller grüne, auch sehr schmale Zone (*f*).

c) Molisch's Nährlösung (Zucker).1)

Im Erlenmeyerkolben dicht gesät; Zimmertemperatur, Licht.

Tag	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.	*Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*
2.	Rasen klein, Mittelzone deutlich weiss; etwa 2 *mm* hohe Lufthyphen.	Rasen klein, in allen Teilen zart, durchscheinend, grünlich; keine Lufthyphen.	Mycelien ganz klein, weiss, filzig, scharf begrenzt; Mitte kuppig erhoben.
17. u. ff.	Mycelien stehen dicht, erheben sich schwach kuppenförmig; auf den Scheiteln mächtige Sporenbildung (schmutzig blaugrün), Randzone fast steril, weiss, ist daher als zweite Zone deutlich erkennbar (Fig. 23[2]).	Mycelien stossen zu meist verzweigt-faltigen Decken zusammen; in den Tiefen der Falten stärkste Sporenbildung (dunkel!); die anderen Mycelteile fruktifizieren ebenfalls, wenn auch schwach, daher keine 2 deutlichen Zonen unterscheidbar (Fig. 24).	Mycelien halbkugelig erhoben, sind meist am Scheitel geplatzt; Tropfenausscheidung deutlich; Farbe der Decke schmutzig weiss.

---

1) Zusammensetzung:

500	*g*	Wasser
15	„	Rohrzucker
3	„	Chlorammonium
0,25	„	schwefelsaure Magnesia
0,25	„	Monokaliumphosphat
eine Spur		Eisen.

MOLISCH, l. c.

2) Fig. 23 und 24 stellen nur je 3 zu kleiner Decke vereinigte Mycelien in natürlicher Grösse dar.

d) Alkalische ClNa-Gelatine[1]).

In Eprouvetten breite Strichkulturen; Versuche im Spätherbst bei Zimmertemperatur durchgeführt.

Tage	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.
nach etwa 8	Mycel längs des Impfstriches ganz dicht und weiss.	Mycel nur zart, wollig, durchscheinend.
nach etwa 14	Decke sinkt stark in den Boden, Gelatine fliesst ab.	Decke liegt ganz glatt dem Boden auf.
nach etwa 21	Die ganze Gelatine ist leicht flüssig.	Mycel liegt noch ganz glatt auf; Gelatine fest.

e) Schwach alkalische Gelatine[2]).

Eprouvettenstrichkulturen im Zimmer bei Licht.

Tage	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.	*Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*
etwa 10.	Decke dicht, weisslich; dichte Lufthyphen; Sporenbildung zwischen diesen stellenweise durchschimmernd. Zuwachszone am Ende des Impfstriches etwa $^3/_4$ *cm* breit.	Decke sehr zart, chromgrün, liegt ganz glatt auf; keine Lufthyphen; Deckenfarbe bei Beschau von rückwärts durchscheinend; Zuwachszone fast 2 *cm*.	Mycel sehr klein und kuppig.

Die Pilze unterscheiden sich hier zwar sehr deutlich im Aussehen, doch konnte ich betreffs Verflüssigung keine genügende Unterscheidung treffen.

---

[1] Zusammensetzung: $^1/_8$ *kg* Pferdefleisch mit 1 *l* aqua dest. überschüttet wird einen Tag bei 10° C. im Keller stehen gelassen, worauf das Fleischwasser durch ein feines Tuch ausgepresst und mit 30 *g* ClNa, 10 *g* Pepton, 100 *g* Gelatine versetzt wird; die mit Normalnatronlauge alkalisch gemachte Gelatine wird mit Eiweiss geklärt. (MOLISCH).

[2] Zusammensetzung: 1000 *g* H_2O
5 „ Rohrzucker
10 „ Pepton
0,25 „ HK_2PO_4
0,25 „ SO_4Mg
0,25 „ NO_3K.

Zu dieser Lösung fügt man 100 *g* Gelatine und macht das Ganze mit Normalnatronlauge schwach alkalisch, worauf mit Eiweiss geklärt wird.

f) Saure Fleischgelatine[1]).

Eprouvettenstrichkulturen im Zimmer bei Licht. Nach höchstens 6 Tagen: *Aspergillus bronchialis* und *fumigatus* var. *tumescens* haben die Gelatine verflüssigt, *Aspergillus fumigatus* zeigt selbst einige Tage später nur gerunzelte Impfplatte.

g) Gedämpfter Reis.

Nicht zu feuchte Kolbenkulturen, im Dunkel bei 32° C. Die Pilze wachsen sehr üppig und sind schon am vierten Tage makroskopisch nicht zu unterscheiden.

Auch bei *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens* wurde intensive und charakteristische Sporenbildung erzielt: diese tritt in ganz getrennten, kleinen Herden (Inseln) auf, die sich durch die Grünfärbung von der sonst rein weissen Decke abheben.

Auskeimung und Temperaturoptimum.

a) Austreiben der ersten Hyphen[2]).

Temperatur	*Aspergillus bronchialis*	*Aspergillus fumigatus* Fres.	*Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*
40—42° C.	innerhalb 4—5 Std.	innerhalb 4—5 Std.	innerhalb 6—7 Std.
37° C.	„ 6—7 „	„ 6—7 „	„ 8—9 „

b) Weiteres Wachstum.

Für *Aspergillus bronchialis* liegt das Optimum bei 34° C., bei welcher Temperatur die Mycelien am grössten und mächtigsten entwickelt waren. In der ersten Abhandlung gab ich 32° C. an; damals verwendete ich Fleischagar, und ich glaube, dass die Differenz der Angaben wohl mehr in der verschiedenen Qualität und Quantität der Nahrung (PFEFFER, Pflanzenphysiologie, II. Bd., § 22) als in Beobachtungsfehlern begründet sein wird. Das Optimum für *Aspergillus fumigatus* Fres. liegt 2° bis 3° höher.

---

[1]) Zusammensetzung:
1 *l* Wasser,
500 *g* Fleisch,
10 *g* Pepton,
100 *g* Gelatine,
5 *g* ClNa.
(V. W. MIGULA, Bakt. Praktikum. Karlsruhe 1892.)

[2]) Die Sporen aus kräftigen, höchstens einige Wochen alten Kulturen auf Pflanzenagar (siehe Anmerkung 1 auf S. 421) geimpft, das in nicht zu dicker Schicht in Dosen ausgegossen wurde. Durch Einstellung der Dosen unter das Mikroskop, was von Stunde zu Stunde geschah, wurde die Keimung beobachtet. Die Zeitangaben beziehen sich auf jene Stunde, in der die überwiegende Menge der Sporen deutlich die austretenden Hyphen zeigten.

Mikroskopischer Vergleich.

a) Gedämpfter Reis.

	Konidienträger		Blase		Sterigmen	Septierung der Träger
	Länge	Stärke (oberes Drittel)	Durchmesser	Form		
bronchialis	330 bis 420 μ	6 bis 8 μ Wand stark	21 bis 24 μ 1) grösste 32 μ	kugelig-keulig	5 bis 6 μ 2)	fast keine
fumigatus Fres.	bis 300 μ	5 bis 6 μ	16 bis 20 μ grösste 26 μ	kugelig-keulig	5,6 bis 6 μ	fast keine
fumigatus var. *tumescens*	330 bis 420 μ	bis 6 μ Wand zart	14 bis 19 μ grösste 22,4 μ	keulig	häufig über 6 μ	partienweise häufig 3)

b) Gedämpfte Kartoffel.

bronchialis	300 bis 430 μ	bis 8,5 μ	19,6 bis 25 μ grösste 29,4 μ	kugelig-keulig	5,6 bis 6 μ 4)	fast keine
fumigatus Fres.	bis 300 μ	bis 6 μ	meist 14 μ grösste 19,6 μ	kugelig-keulig	6 bis 8 μ 5)	fast keine
fumigatus var. *tumescens*	bis 308 μ	bis 6 μ	19,6 bis 22,4 μ grösste 25 μ	kugelig-keulig 6)	bis 8 μ	partienweise häufig

Auf Agar und Gelatine kommen weniger kräftige Konidienträger zur Ausbildung und zeigen daher zum Teil geringere Masse.

c) Sporengrösse.

Gemessen sofort nach dem Versenken der Sporen durch Alkohol in Glyzerin:

Asp. bronchialis 7)	*Asp. fumigatus* Fres.	*Asp. fumigatus* var. *tumescens*
2,8 bis 3,6 μ	2,5 bis 3 μ	2,8 bis 3,6 μ

---

1) Diese Zahlen sind das Mittel der Messungen vieler Köpfchen mittlerer Ausbildung: extreme Masse sind, wenn notwendig, auch angeführt.

2) Die Zone der Sterigmen hebt sich sehr scharf im Farbtone und äusserer Begrenzung gegen die Sporenzone ab.

3) Auswachsen von Sterigmen zu Trägern und Vergrösserung der Träger kommt nicht selten vor.

4) Die Sterigmen stehen sehr dicht, sodass die Köpfchen bei ziemlich dunkler Farbe eine sehr scharfe Abgrenzung der Sterigmenzone zeigen; alle sind sehr kräftig.

5) Zone der Sterigmen nicht so scharf hervortretend, das Köpfchen überhaupt heller im Farbtone.

6) Die Köpfchen sehen wesentlich aus wie *Aspergillus fumigatus* Fres. Fig. 12, nur sind sie meist noch heller im Farbtone, so dass sich Sterigmen- und Sporenzone noch undeutlicher abgrenzen.

7) Bei meinen ersten Untersuchungen legte ich den Messungen schon länger eingebettetes Material zugrunde, was zu der unrichtigen Angabe: „bis 4,2 μ“ führte.

Übersicht der beiden Arten[1]).

	Aspergillus bronchialis Blum.	*Aspergillus fumigatus* Fres.
Farbe:	Chromgrün.	Chromgrün mit Stich ins Blaue.
Konidienträger:	Schwachwüchsig (bis 430 μ), zeigen fast nie Septierung und nie Verzweigung.	Schwachwüchsig (bis 300 μ), zeigen fast nie Septierung und nie Verzweigung.
Blase des Köpfchens:	Kugelig-keulig, Durchmesser 19 bis 25 μ.	Keulig-kugelig, Durchmesser 14 bis 20 μ.
Sterigmen:	Stets einfach, unverzweigt, Durchmesser 5 bis 6 μ.	Stets einfach, unverzweigt, Durchmesser 6 bis 8 μ.
Konidien:	Durchmesser 2,8 bis 3,6 μ; rundlich, glatt.	Durchmesser 2,5 bis 3 μ; rundlich, glatt.
Schlauchfrüchte:	Nicht nachgewiesen.	Noch zweifelhaft.
Pigmentbildung:	Fehlt.	Fehlt.
Keimoptimum:	Bei 40° C.	Bei 40° C.
Optimum des weiteren Wachstums:	Bei 34° C.	Bei 37° C.
Gelatineverflüssigung:	Nach etwa 6 bis 14 Tagen.	Bei ClNa-Zusatz wahrscheinlich gar nicht, sonst sehr spät und langsam.
Makroskopischer Anblick:	1. Myceldecke dicht, weiss, trägt meist, wenigstens in den ersten Tagen der Entwicklung, mächtige Lufthyphenschöpfe. 2. Myceldoden undurchsichtig, weiss, Fruktifikation mehr zonenweise.	1. Sehr zart, infolge bald auftretender zerstreuter Fruktifikation zart grünlich, liegt ganz glatt auf, erhebt keine Lufthyphenköpfe. 2. Zart, so dass bei Beschau von rückwärts die Deckenfarbe durchscheint.
Die wesentlichsten Merkmale erhält man:		
	in MOLISCH's Nährlösung etwa am 17. Tage, in schwach alkal. Gelatine und auf solchem Agar etwa am 10. Tage.	in MOLISCH's Nährlösung etwa am 17. Tage, in schwach alkal. Gelatine und Agar etwa am 10. Tage.

Mit Bezug auf die Gelatineverflüssigung sind die beiden Arten am besten auf alkalischer ClNa-Gelatine und saurer Fleischgelatine zu unterscheiden. Aus den vorstehenden Untersuchungen geht hervor, dass sich die beiden hier behandelten *Aspergillus*-Arten voneinander leicht unterscheiden lassen und dass somit die Aufstellung des *Aspergillus bronchialis* als eigene Art berechtigt erscheint.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, Herrn Prof. Dr. H. MOLISCH, meinem verehrten Lehrer, für die Förderung, die er jederzeit meinen Arbeiten angedeihen liess, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Prag, Pflanzenphysiolog. Institut der deutschen k. k. Universität.

---

[1]) Unter Benutzung der WEHMER'schen Tabelle.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schema: Strichkultur des *Aspergillus bronchialis* auf Agar.
„ 2. Dasselbe des *Aspergillus fumigatus* Fres.
„ 3 und 4. *Aspergillus bronchialis* und *fumigatus* Fres. auf Kartoffel; siehe Text.
„ 5. *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*: 2 Mycelien auf sterilisiertem Fleische.
„ 6. Auskeimende Sporen *a* des *Aspergillus bronchialis*, *b* des *A. fumigatus* var. *tumescens*.
„ 7 und 8. *Aspergillus bronchialis*, kräftige Köpfchen von Reiskulturen. (Gezeichnet, wie alle folgenden, bei scharfer Einstellung auf den Medianschnitt der Blase.)
„ 9. *Aspergillus bronchialis* von Kartoffelkultur: Bei genannter Einstellung hebt sich die Sterigmenzone scharf von der sehr zart gefärbten Zone junger Sporen ab.
„ 10—12. *Aspergillus fumigatus* Fres. Wenn auch die grössten Köpfchen in der Form denen des *Aspergillus bronchialis* ganz ähnlich, so sind sie doch bei weitem heller in der Farbe, die Sterigmenzone nicht so abgegrenzt.
„ 13 und 14. *Aspergillus fumigatus* auf Gelatine: Häufige Form des Aussehens.
„ 15 und 16. *Aspergillus fumigatus* Fres. auf Agar: Sterigmen genau gezeichnet.
„ 17. *Aspergillus bronchialis* auf Reis: Aussehen der Köpfchen bei schwacher Vergrösserung (Ok. 4, Obj. 4); ist sehr charakteristisch!
„ 18. *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*, stark vergrössert.
„ 19. *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*. Agar: häufig vorkommende Verzweigung.
„ 20. *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*, häufig vorkommende Missbildung (Sterigmenbüschel) auf den Trägern.
„ 21. *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*, Austreiben von Sterigmen zu neuen Trägern.
„ 22 *Aspergillus fumigatus* var. *tumescens*, häufig vorkommende, schräg seitliche Blasenausbildung der Konidienträger in Kartoffelkulturen.
„ 23. *Aspergillus bronchialis*, Rasen schwimmend auf MOLISCH's Nährlösung, gesehen über schwarzem Grunde. Die Scheitel zeigen mächtige Fruktifikation.
„ 24. *Aspergillus fumigatus* Fres., Rasen unter gleichem Verhältnis gewachsen und betrachtet wie Fig. 23: stärkste Sporenbildung an den Basalteilen der hier zusammenstossenden zwei kuppenförmig erhobenen Mycelien.

---

63. Hubert Winkler: Bemerkungen über die vegetativen Verhältnisse einiger Bignoniaceen.

Eingegangen am 11. November 1905.

Bei Gelegenheit blütenbiologischer Arbeiten ist es mir aufgefallen, dass in der Familie der Bignoniaceen unsere Kenntnis auch der vegetativen Verhältnisse noch lückenhaft ist und dass manche Angaben der Berichtigung bedürfen. Das ist begreiflich bei einer Pflanzengruppe, die zum Teil grosse Bäume zu ihren Vertretern zählt. Denn der Sammler achtet am Standort auf feinere Einzelheiten gewöhnlich nicht; solche Verhältnisse werden meist erst von dem im Museum arbeitenden Botaniker beschrieben. Da können denn leicht Lücken und Irrtümer entstehen bei grossen Holzpflanzen, von denen ein Blatt nur mit Verrenkungen auf einen Herbarbogen zu bringen ist, bei denen die Internodien oft länger sind als das Herbarformat. Dadurch geht der Zusammenhang der Teile, aus dem man den Aufbau der Pflanze rekonstruiert, verloren, abgesehen davon, dass häufig auch der Mangel an Material, das der Sammler schwer erreichen kann, eine weitergehende Vergleichung nicht zulässt. — Ich beziehe mich hier auf die Bearbeitung der Bignoniaceen durch K. SCHUMANN in den „Natürl. Pflanzenfamilien"[1]). Ob inzwischen Angaben erschienen sind, die die hier folgenden überflüssig machen würden, kann ich von hier aus wegen Mangels auch der nötigsten Literatur nicht wissen. Eine Bestätigung könnte ja aber dem Vertrauen in ihre Zuverlässigkeit nur zugute kommen.

Unter anderen konnte ich gerade die drei Gattungen untersuchen, die SCHUMANN in dem Satz vereinigt: „. . . ebenso sind die Blätter an den Zweigen von *Parmentiera*, *Crescentia* und *Kigelia* spiralig gestellt"[2]). Für *Crescentia* trifft die Angabe zu. In dem hiesigen botanischen Garten sind als allerdings wenig zweckentsprechende Stützbäume für Vanille und Pfeffer drei Arten eingeführt worden, von denen zwei mit einfachen Blättern die Bezeichnung *Crescentia cucurbitana* und *C. Cujete* tragen, an welche Namen ich mich halten will. Beides sind kleine Baumformen mit stark überhängenden Ästen. Aber während erstere eine ganz durchsichtige, fast ärmlich verzweigte Krone aufweist, ist die von *Crescentia Cujete* beinahe buschig dicht[3]). Die dritte Form mit dreiteiligen Blättern und geflügeltem Blattstiel ist wohl *Crescentia alata*. Auch sie ist ein Baum, dessen Stamm sich allerdings nahe dem Erdboden gabelt. Bei ihm bleibt die Hauptmenge der Kurztriebe, die bei allen drei Arten auftreten, gestaucht. Noch ganz unten an armdicken Stämmen findet man die gebüschelten Blätter, die einem konsolartigen Wulst entspringen, dem stark vergrösserten Basalstück, auf dem die Deckblätter der Kurztriebe artikuliert sassen und von dem an jüngeren Langtrieben zwei feine Leisten etwa drei Internodien weit herablaufen. In gewissen Abständen, die zuweilen nur einen oder wenige Zoll, in den meisten Fällen jedoch $^1/_2$ *m* und mehr betragen, treibt ein Kurztrieb aus und erreicht bald annähernd die Stärke des weiterwachsenden Hauptsprosses, so dass der Aufbau des Baumes scheinbar dichotomisch erfolgt. Nachträglich wachsen hin und wieder an älteren Zweigen Kurztriebe wasserschossähnlich aus. Die Sprossverhältnisse von *Crescentia cucurbitana* sind ähnlich. Dagegen erfolgt bei *Crescentia Cujete* viel häufiger die Verlängerung nicht eines Kurztriebes, sondern zweier oder sogar dreier benachbarten. Auch findet viel öfter das nachträgliche Auswachsen von Kurztrieben statt. Daher das buschige Aussehen der Bäume. — Bei *Crescentia cucurbitana* und *Cujete* stehen die Blüten einzeln und kommen immer aus dem alten Holz. An den Exemplaren der dritten Art habe ich niemals welche gefunden.

---

[1]) IV, 3b.

[2]) l. c., S. 196.

[3]) Ausserdem unterscheiden sich beide dadurch, dass *Crescentia cucurbitana* kopfgrosse, kugelige, *Crescentia Cujete* ei- oder etwas birnförmige Früchte von etwa einem Viertel dieses Umfanges trägt.

Bei *Parmentiera* ist die Blattstellung nicht, wie SCHUMANN angibt[1]), spiralig, sondern kreuzgegenständig, wobei die Spreiten zweizeilig orientiert sind. Häufig kommt es allerdings vor, dass die Blattpaare nicht genau in gleicher Höhe inserieren. Das ist regelmässig der Fall bei dem zweiten Blattpaar der Achselsprosse, von dem der eine Teil auch sonst noch eine eigentümliche Ausbildung erfährt. Das erste, seitwärts stehende, Stipeln des Deckblattes vortäuschende Blattpaar ist einfach und ziemlich klein. Von dem zweiten, wie eben gesagt stets ungleich inserierten, steht das untere Blatt höher und ist typisch dreizählig. Das obere besteht nur aus einem winzigen, zurückgebogenen rundlichen Spreitenteil[2]), der sich nach unten in einen ganz kurzen Stiel verschmälert. Dagegen ist der bis zur Artikulationsstelle reichende Basalteil länger als bei allen folgenden dreizähligen Blättern. — Eine Regel für die Verteilung von Lang- und Kurztrieben scheint es nicht zu geben. Letztere bestehen aus einer ziemlich grossen Anzahl von gestauchten Internodien und haben, besonders wenn sie Langtriebe abschliessen, die Form von gestutzten, scharfkantig-vierseitigen Pyramiden. Die meisten entwickeln sich später zu Langtrieben.

Die bei *Parmentiera* auch von SCHUMANN erwähnten „Stacheln“, deren Natur er nicht hat ermitteln können, sind nichts weiter als die beschriebenen, bis zur Artikulationsstelle reichenden Basalstücke der Blätter[3]). Es ist auch wirklich selbst an der lebenden Pflanze zunächst nicht ganz einfach, eine hinreichende Erklärung zu finden, und vielfache Vergleichung von Zweigen verschiedenen Alters ist dazu nötig, wobei mir ein zufällig vorhandener Wassertrieb mit jungen Seitenzweigen sehr von Nutzen war. Dass die stachelartigen Gebilde nur die vertrockneten resp. verholzten Reste abgefallener Blätter sind, ist nicht schwer zu vermuten; sie zeigen niemals eine

---

1) l. c., S. 196 und 248.

2) Wenn scheinbar doch zwei seitliche Blättchen vorhanden sind, so liegt derselbe Fall vor wie bei den „Stipeln“: es ist das erste schon entwickelte Blattpaar des Achselsprosses.

3) Sie würden also eher mit Dornen zu analogisieren sein.

Spitze, sondern sehen immer wie abgebrochen aus. Merkwürdig aber ist es, dass manche verhältnismässig so lang sind, während sich die Artikulationsstelle der Blätter dicht am Zweige befindet. Da half die ausgedehnte Vergleichung insofern auf den richtigen Weg, als sie zeigte, dass die Stacheln an der Pflanze recht selten sind, indem sie nur am untersten Stück der Zweige vorkommen. Und zwar findet sich eigentlich nur ein einziger längerer „Stachel“ ziemlich dicht am Grunde auf der Oberseite der Zweige. Er ist selbst an recht alten Zweigen noch nachweisbar Setzt man die Tatsache in Verbindung mit den vorhin beschriebenen Ausbildungsverhältnissen der Blätter, so ist das Bedenken über die Länge beseitigt Das bis zur Artikulationsstelle reichende Basalstück ist bei jenem früher an der Stelle befindlichen reduzierten Blatt erheblich länger als bei den darauffolgenden dreizähligen Blättern, bei denen seine Länge nach oben hin schnell immer mehr abnimmt, bis die Artikulationsstelle dicht am Zweige liegt. Dem entsprechend werden die „Stacheln“ nach der Spitze der Zweige zu immer kürzer und stumpfer, oder sie hören vielmehr sehr bald überhaupt auf und die breiteren Narben der abgefallenen Blätter treten an ihre Stelle. Dass sich auch am oberen Teil eines Zweiges ein längerer „Stachel“ findet, kommt hin und wieder vor, wie denn auch reduzierte Blätter dort zuweilen auftreten.

Die Blüten kommen bei *Parmentiera cerifera* häufig zu dreien, oft aber auch paarig oder einzeln aus dem alten Holz des Stammes wie der Zweige.

Kigelia africana bildet nur 6—8 *m* hohe, häufig schief und etwas krüppelhaft gewachsene Bäume mit ziemlich breiter, etwas flacher Krone. Auch hier trifft die SCHUMANN'sche Angabe über die Blattstellung nicht zu. Die unpaarig gefiederten Blätter stehen nicht abwechselnd, sondern kreuzgegenständig. Auch SCHUMANN's Annahme, dass der Baum die Infloreszenzen vor Austrieb des neuen Laubes aus dem alten Holz entwickle, ist nicht richtig. Die Blütenstände schliessen voll beblätterte Laubtriebe ab. Selten entspringen sie aus einer der oberen Blattachseln. In den wenigen Fällen dieser Art, die ich beobachtete, hatte sich immer die oberste Knospe einer dreizähligen serialen Beisprossreihe zur Infloreszenz entwickelt, während die mittlere zu einem Laubspross geworden und die unterste verkümmert war. Dass sich seriale Beisprosse ungleich entwickeln, ist ja von *Gleditschia* bekannt, bei der sich der oberste zu einem verzweigten Dorn gestaltet; auch bei *Duranta* fand ich an Stelle des obersten Sprosses regelmässig einen einfachen Dorn. Die serialen Beisprosse sind in den meisten Blattachseln von *Kigelia* nicht zu erkennen, oder es fehlt mindestens die kleinste, unterste Knospe. Dass aber diese Sprossverkettung, die in den Fällen achselständiger Infloreszenzen auch in die Erscheinung tritt, wirklich vorliegt, zeigt die Vergleichung mit anderen Bignoniaceen. Bei *Jacaranda* sind in jeder Blattachsel 2, bei anderen, wohl spezifisch verschiedenen Exemplaren 3 in basipetaler Reihenfolge entstandene Knospen unschwer zu erkennen. Wächst die oberste zu einem Spross aus, so verkümmern die unteren. Auch *Spathodea campanulata* zeigt die Beisprosse, die also bei den Bignoniaceen verbreitet zu sein scheinen.

An den häufig über 1 *m* langen, sehr weitläufigen, rispigen Blütenständen von *Kigelia* setzt sich im unteren Teil die kreuzgegenständige Stellung der Seitenglieder noch fort, geht aber bald in die spiralige von der Divergenz $^2/_5$ über. Die Klarheit dieser Verhältnisse wird jedoch durch eine schwache, tauartige Drehung der Hauptspindel verwischt, so dass die Orthostichen nicht mehr Geraden, sondern selbst Spiralen beschreiben. Die Seitenglieder, die dabei mehr oder weniger zweizeilig zu stehen kommen, sind vorhanden bis zur III. Ordnung und stellen Dichasien dar, die jedoch durch Verkümmerung der einen Seitenknospe in der III. Ordnung immer eine Verarmung erfahren, die nach der Spitze zu bis auf die primären Seitenglieder übergehen kann.

Spathodea campanulata bildet zur Blütezeit einen der auffallendsten Bäume des westafrikanischen Regenwaldes, während er sonst gegen die Riesengestalten der *Ceiba*, *Chlorophora* und verschiedener *Ficus*-Arten völlig zurücktritt. Bäume, die in Brusthöhe $^3/_4$ *m* Durchmesser aufweisen, sind nicht häufig. In einer Höhe von 5 bis 6 *m* setzen die ersten Äste an. Der Baum wird kaum über 15 *m* hoch. Ein nach allen Seiten regelmässig gewachsenes Exemplar ist einer mittelalten Linde nicht unähnlich. Da die Äste jedoch nur kurz, die letzten Auszweigungen recht lang und im Holz schwach sind und daher etwas hängen, so zeigt die Krone ein ovaleres Profil als bei der mehr kugeligen Linde. Solche regelmässigen Kronen findet man aber selten, weil der Baum sehr brüchiges Holz besitzt und unter den Tornados stark leidet. Die Stellung der wie bei *Kigelia* unpaarig gefiederten, aber bedeutend kleineren Blätter ist kreuzgegenständig. Das Auftreten von Beisprossen hat schon Erwähnung gefunden. Auch bei *Spathodea* sind sie in der Regel nicht nachweisbar, werden aber deutlich in solchen Fällen, in denen der Hauptspross durch einen Zufall seiner Spitze beraubt wurde, wodurch die Achselprodukte des an dem Stumpfe zu oberst stehenden Blattpaares zu kräftigerer Entwicklung angeregt werden.

Die Blütenstände sind folgendermassen angeordnet. Ein Laubspross wird von einem Blütenstande (I. Ordnung) abgeschlossen. Aus den Achseln des obersten Laubblattpaares entspringen dann zwei weitere Blütenstände, die den mittleren übergipfeln und meist 2 bis

3 Paar Laubblätter tragen, von denen die untersten oft nur dreizählig sind[1]. Diese seitlichen Blütenstände (II. Ordnung) können dasselbe Spiel wiederholen. Doch erhebt sich in solchem Falle fast immer nur aus der Achsel eines Blattes des obersten Paares ein weiterer Blütenstand (III. Ordnung). Dieser bleibt entweder schwächlich, oder er übergipfelt den verkümmernden seitlichen Blütenstand II. Ordnung, dem er entspringt, und wächst wie dessen Partner kräftig aus, so dass erscheinbar mit diesem das Blütenstandspaar II. Ordnung bildet.

Die Blütenstände sind einfache Trauben, die doldenartig gestaucht erscheinen. Während die beiden untersten Seitenblüten, mit dem letzten Blattpaar abwechselnd, noch annähernd in gleicher Höhe opponiert stehen, nehmen die oberen Blüten, die von jenen meist durch ein etwas grösseres Spatium getrennt sind, spiralige Stellung an. Eine feststehende Divergenz konnte ich nicht ermitteln. Jede Einzelblüte entspringt aus der Achsel eines sehr früh abfallenden Stützblattes. Bleibend sind zwei oberhalb der Mitte des Blütenstieles in etwa gleicher Höhe sich gegenüberstehende Vorblätter, deren Achselprodukte aber nicht mehr zur Ausbildung kommen, so dass jede Blüte der Infloreszenz von *Spathodea* als ein verarmtes Dichasium aufgefasst werden kann.

Victoria (Kamerun), Juli 1905.

64. O. Treboux: Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen.

Eingegangen am 17. November 1905.

Für Bakterien und Pilze haben sich verschiedene organische Säuren als in vielen Fällen brauchbare, mitunter vorzügliche Kohlenstoffquellen erwiesen. Anders liegen die Verhältnisse in bezug auf die autotrophe Pflanze. Die mit letzterer in dieser Hinsicht angestellten Versuche führten meist zu negativen oder jedenfalls zu keinen unzweideutigen Resultaten. Dies trug neben anderen Erfahrungen dazu bei, die in der Zelle wohl stets anzutreffenden organischen Säuren ihrer Hauptmenge nach als Produkte eines schon fortgeschrittenen, abbauenden Stoffwechsels aufzufassen. Ihnen käme, falls man sie als Produkte einer gewissermassen unvollständigen Oxydation betrachtet, noch einige Bedeutung als Energiequelle, aber kaum als Baumaterial für die grüne Pflanze zu. Dagegen liess sich ihre Bedeutung in der Verwendung für mannigfache andere Zwecke finden, wie Regulation der Reaktion und des Turgors, Versorgung der Crassulaceen mit Kohlensäure usw.

---

[1] Normalerweise sind die Laubblätter vier- bis fünfjochig.

Die hier zu besprechenden Versuche mögen zeigen, dass den organischen Säuren für die direkte Ernährung auch der chlorophyllführenden Pflanze immerhin eine gewisse Bedeutung nicht ganz abzusprechen ist. Wenigstens gilt dies zunächst für die Kohlenstoffversorgung einiger Algen. Ähnliches konnte ich aber auch bei Moosen feststellen, worüber ich später Näheres mitzuteilen gedenke.

Hierzu muss sogleich bemerkt werden, dass LOEW, BOKORNY[1]) und HARTLEB in ihren Untersuchungen über die Brauchbarkeit verschiedener organischer Substanzen zur Stärkebildung bzw. Ernährung bei Algen schon eine Reihe von organischen Säuren erwähnt haben. Jedoch sind in bezug auf die Beweiskraft der Versuche schon wiederholt Zweifel ausgesprochen worden, so dass ich auf weitere Einwände nicht einzugehen brauche. Dass nun unter den vielen, den verschiedensten Körperklassen angehörenden Stoffen, wie Formaldehyd, Methylal, Methylalkohol, Phenol u. a., deren angebliche Brauchbarkeit zur Stärkebildung ich bisher nicht bestätigen konnte, auch organische Säuren genannt werden, kann für mich nicht weiter ins Gewicht fallen.

In nächster Beziehung zu unserer Frage steht der Befund ZUMSTEIN's[2]), dass *Euglena gracilis* Klebs sehr gut mit Zitronensäure als alleiniger Kohlenstoffquelle gedeiht. Es liegt hier nämlich ein Fall von Ernährung eines chlorophyllführenden, auch zu rein autotropher Lebensweise befähigten Organismus mit organischer Säure vor, ein Fall, der, nebenbei bemerkt, als solcher in den Lehrbüchern nicht die ihm gebührende Erwähnung gefunden hat.

Um den einwandfreien Beweis zu erbringen, dass der dargebotene Stoff für sich allein und als solcher den Kohlenstoffbedarf der Pflanze zu decken imstande ist, müssen die Versuche folgenden zwei Anforderungen genügen: Ausschluss von Mikroorganismen und der Kohlensäureassimilation.

Wie es bei Gegenwart fremder Organismen durch Umsetzungen und durch ausgeschiedene Stoffwechselprodukte zu Täuschungen kommen kann, darüber brauche ich wohl keine Worte zu verlieren.

---

[1]) TH. BOKORNY, Biol. Centralbl. 1897, Bd. 17. Hier die Zusammenstellung der Resultate und zum Teil der Literatur, in betreffs der Versuchsanstellung sind aber die Arbeiten selbst einzusehen.

[2]) H. ZUMSTEIN, Jahrb. für wiss. Botanik, 1899, Bd. 34.

Trotzdem wird die Notwendigkeit der Reinkultur nicht immer genügend berücksichtigt.

In betreff des Ausschlusses der Kohlensäureassimilation ist grössere Vorsicht geboten. Die Ausschaltung der Assimilation am Lichte durch Unterhaltung einer kohlensäurefreien Atmosphäre kann unter gewöhnlichen Bedingungen infolge der Atmung schon keine vollständige sein. Nach dem, was über den Zerfall organischer Säuren und den Gaswechsel bei Crassulaceen am Lichte bekannt geworden ist, ist es aber vollends ausgeschlossen, durch Lichtversuche den strengen Beweis zu führen, dass die dargebotene organische Säure (auch in Form von Aminosäuren) als solche assimilierbar geworden ist. (Vergl. dazu die Versuchsanstellung bei BOKORNY). Massgebend können hier nur die Dunkelversuche, natürlich nur bei positivem Resultate, sein. Zu solchen Versuchen sind die Algen im Vergleich zu den chlorophyllführenden Pflanzen anderer Klassen gerade das günstigste Objekt. Die Entziehung des Lichtes ist für dieselben meist nur von geringer, in vielen Fällen ohne jegliche Wirkung auf das gesamte Gedeihen, wenn nur für eine passende Kohlenstoffnahrung gesorgt ist. Die Angaben BOKORNY's, dass für die Assimilation auch verschiedener anderer Substanzen Lichtzutritt erforderlich ist, sind nach meinen Erfahrungen ebenfalls auf Nebenumstände zurückzuführen.

Mit Rücksicht auf das Gesagte wurden alle Kulturen bei gänzlichem Lichtabschluss und unter Erfüllung der Methoden der Reinkultur ausgeführt. Die Versuche wurden auf folgende 40 Arten ausgedehnt: *Microthamnion Kützingianum* Naeg., *Stigeoclonium tenue* var. *irregularis* (Kütz.) Rabenh., *Stigeoclonium* sp., *Conferva bombycina* (Ag.) Wille, *Bumilleria sicula* Borzì, *Bumilleria exilis* Klebs, *Hormidium flaccidum* Kütz., *Hormidium nitens* Menegh., *Westella botryoides* (West.) de Wildem., *Scenedesmus acutus* Meyen, *Scenedesmus obtusus* Meyen, *Scenedesmus quadricauda* (Turp.) Bréb., *Coelastrum microporum* Naeg., *Raphidium polymorphum* Fresen., *Raphidium Braunii* Naeg., *Raphidium minutum* Naeg., *Kirchneriella lunaris* (Schmidle) Moeb., *Stichococcus bacillaris* Naeg., *Stichococcus minor* Naeg., *Stichococcus mirabilis* Lagerheim, *Stichococcus?*, *Pleurococcus vulgaris* Menegh., *Chlorella vulgaris* Beij , *Chlorella protothecoides* Krüger, *Chlorella* sp., *Chlorothecium saccharophilum* Krüger, *Protococcus botryoides* (Kütz.) Kirchner, *Chlorococcum humicola* Rabenh., *Parmelia parietina* Gonidien, *Botrydiopsis minor* n. sp. Schmidle, *Mesocarpus* sp., *Cosmarium* sp., *Chlamydomonas* sp. I, *Chlamydomonas* sp. II, *Haematococcus pluvialis* Flot., *Euglena viridis* Ehrenb., *Navicula exilissima* Grun., *Nitzschia palea* (Kütz.) W. Sm., Diatomee sp., *Polycoccus punctiformis* Kütz. (aus *Peltigera*).

Die auf ihren Nährwert geprüften Säuren waren folgende: Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Oxalsäure, Bernsteinsäure, Äpfelsäure, Weinsäure und

Zitronensäure. Andere organische Säuren waren mir leider nicht zugänglich; übrigens sind hier die im Pflanzenreich häufiger vorkommenden vertreten. Da die freien Säuren von unseren Algen nur in praktisch nicht mehr gut anwendbaren Konzentrationen vertragen werden, wurden die Säuren in Form des neutralen Kaliumsalzes verwandt. Die Nährlösung, der sie zugegeben wurden, hatte die Zusammensetzung: $(NH_4)_2SO_4$ 0,033 pCt., K_2HPO_4 0,01 pCt., $MgSO_4 + 7\,H_2O$ 0,0025 pCt., K_2SO_4 0,0025 pCt., $FeSO_4 + 7\,H_2O$ 0,0005 pCt Die Reaktion der vollständigen Nährlösung wurde, wo dies nicht schon der Fall, immer auf eine schwach alkalische bis neutrale gebracht als die allen untersuchten Algen am meisten zusagende. Eine stärkere alkalische Reaktion ist zu vermeiden, da beim Verbrauch der organischen Säure das in Lösung bleibende Kalium (K_2CO_3) die Alkaleszenz schon ganz bedeutend steigert. Die eine gewisse Gegenwirkung hierzu ausübende, physiologisch saure Stickstoffquelle, $(NH_4)_2SO_4$, ist daher der physiologisch alkalischen (KNO_3) vorzuziehen, obgleich sonst die Art der Stickstoffquelle ohne Einfluss auf die Verwertbarkeit der organischen Säure ist. Ausser in Form des Kaliumsalzes wurden die organischen Säuren zum Teil auch in der Form von Aminosäuren verwandt, und zwar Glykokoll, Alanin, Leucin, Tyrosin, Asparaginsäure und Asparagin. Die zur Ernährung brauchbaren Säuren wurden dann weiter als Ammoniumsalz dargeboten. Aminosäure und Ammoniumsalz sollten als gleichzeitige Kohlenstoff- und Stickstoffquelle dienen, weshalb in diesen Fällen in obiger Nährlösung das $(NH_4)_2SO_4$ fortgelassen wurde.

Wegen der sich ergebenden grossen Zahl der Versuche wurden dieselben zunächst in kleineren Fläschchen mit 10—20 *ccm* der Nährlösung angestellt. Die organische Säure (s. o.) wurde in diesen Vorversuchen in den Konzentrationen von 0,05 und 0,1 pCt. angewandt, welche auch bei der Versuchsdauer von zwei Monaten nicht schädlich wirken. Derartige Versuche genügen schon vollständig, um sich von dem Nährwert der Verbindung zu überzeugen. Bei Beimpfung mit einer Spur des Algenmaterials und bei genügender Reinheit der Nährsalze (Präparate von MERCK) ist in der Kontrollkultur mit blossem Auge gar keine Entwicklung zu bemerken, wogegen die grüne Säurekultur mit aller Deutlichkeit absticht.

Für diejenigen Kombinationen der verschiedenen Säuren und Algen, in denen eine Vermehrung stattgefunden, wurden die Versuche in grösserem Massstabe wiederholt. Das Volumen der Nährlösung betrug 150 und 500 *ccm*, das der benutzten Erlenmeyerkolben $^1/_2$ bezw. $1^1/_2$ *l*. Das Trockengewicht der gebildeten Algenmasse wurde durch Sammeln auf dem Filter und Trocknen bei etwa 105° bestimmt. Bei dem grossen Wassergehalt der Algen entspricht 1 *mg* Trockensubstanz schon einem merklichen Bodensatze der Alge im

Kulturkolben. Die Versuche sind in der Tabelle auf S. 438 und 439 zusammengestellt.

Von den 40 Algenarten erwies sich die Hälfte als befähigt, mit organischer Säure ihren Bau- und Betriebsstoffwechsel zu unterhalten. Merkwürdigerweise sind es nicht die durch ihre grössere Kohlenstoffkette dem Zucker näher stehenden Säuren, sondern die so einfach gebaute Essigsäure, die in allen diesen Fällen[1]) verwertet wurde. Hervorzuheben ist, wie niedrig gegenüber den Erfahrungen mit Zuckerarten die optimale Konzentration der Säure für das Wachstum liegt. Die Algen wachsen anfangs, etwa in der ersten Woche, in der 0,25 prozentigen Lösung des Kaliumsalzes der Säure regelmässig besser als in der 0,1 prozentigen, von der sie allerdings später meist überholt wird. Leider habe ich mit noch schwächeren Lösungen keine vergleichenden Versuche gemacht. Bei 0,5 pCt. findet nur in einzelnen Fällen noch Wachstum statt.

Auf den Nährwert der Säure im Vergleich zu anderen Kohlenstoffquellen will ich an anderer Stelle zurückkommen und hier nur bemerken, dass bei *Chlamydomonas* sp. II die Essigsäure den sonst von grünen Pflanzen bevorzugten Zucker bei weitem übertrifft.

Nur zwei Algen, *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum microporum*, gedeihen ausserdem mit milchsauren Salzen, *Stichococcus?* mit Zitronensäure, *Euglena viridis* mit Buttersäure, nicht aber mit Zitronensäure, wie die *Euglena gracilis*. So gab *Euglena viridis* in 150 *ccm* einer 0,05 prozentigen Lösung von buttersaurem Kalium nach 59 Tagen 13 *mg* Trockensubstanz, *Stichococcus?* in 500 *ccm* einer 0,01 prozentigen Lösung der freien Zitronensäure nach 44 Tagen 12 *mg*.

In den Versuchen mit dem Ammoniumsalz der organischen Säure wuchsen einige Algen kaum schlechter als mit dem Kaliumsalz + schwefelsaurem Ammonium als Stickstoffquelle. Andere Arten leiden augenscheinlich von dem beim Verbrauch der organischen Säure in der Lösung auftretenden überschüssigen Ammoniak. Weit schlechtere Kohlenstoffquellen sind die Säuren in Form von Aminosäuren. Es werden benutzt: Glykokoll von *Scenedesmus acutus*, Alanin von *Scenedesmus acutus* und *Coelastrum microporum*, Leucin von *Stichococcus?*, die genannten Aminosäuren und Asparaginsäure oder Asparagin von *Chlorella protothecoides*. So wurde z. B. gefunden: für *Scenedesmus* in 150 *ccm* einer 0,1 prozentigen Lösung von Glykokoll 4 *mg* Trockensubstanz, von Alanin 5 *mg*, für *Chlorella* in 500 *ccm* einer 0,1 prozentigen Lösung von Alanin 22 *mg*, von Leucin 26 *mg*.

Interessant ist, dass auch die Verarbeitung von Aminosäuren unter Abspaltung von Ammoniak stattfindet, was sich durch Alkalisch-

---

1) Für *Stichococcus mirabilis*, *Chlorella* sp. und *Euglena viridis* sind leider Trockengewichtsbestimmungen für die Ernährung mit Essigsäure unterblieben.

werden der Nährlösung und Bläuen eines in den Hals des Kolbens gehängten Lackmusstreifens äussert. Vielleicht geht die Verarbeitung von bei der Keimung primär entstehenden Produkten der Eiweissspaltung in analoger Weise von statten (E. SCHULZE); wenigstens bei der Keimung im Dunkeln dürfte die höhere Pflanze häufig infolge eintretenden Mangels an assimilierbaren Kohlenhydraten auf die Verarbeitung der Aminosäuren angewiesen sein.

Gehen wir jetzt noch auf einige Resultate ein, die sich aus unserem Befunde ergeben.

Vor allem haben wir einen neuen Beleg dafür, dass auch in ernährungsphysiologischer Hinsicht keine so scharfe Abgrenzung zwischen Pilz und grüner Pflanze besteht, wie vielfach noch vorausgesetzt wird und wie sie auch im Verhalten der Pflanzen zur Ernährung mit organischen Säuren ihren Ausdruck zu finden schien. Ist es eine Menge der verschiedenartigsten organischen Stoffe, die Pilzen als Kohlenstoffquelle dienen kann, so sind dieselben für die chlorophyllführende Pflanze nur zum geringeren Teile als brauchbar befunden worden. Mit dem Bekanntwerden weiterer, für beide Pflanzengruppen gemeinsamer Kohlenstoffquellen wird nun bezeichneter Gegensatz mehr und mehr gemildert.

Aus dem Gedeihen der Alge mit organischer Säure als alleiniger Kohlenstoffquelle kann wohl ohne weiteres angenommen werden, dass diese zum Aufbau aller normalerweise an der Zusammensetzung der Zelle teilnehmenden organischen Substanzen dienen kann. Es handelt sich somit nur um einen speziellen Fall, wenn wir auf die Bildung von Stärke (bei den stärkeführenden Arten) besonders hinweisen. Die Zahl der Stoffe, bei deren Darbietung Chromatophoren Stärke bilden können, ist keine grosse und gehören sämtliche bisher mit einwandfrei positivem Erfolge geprüften entweder zu den mehrwertigen Alkoholen oder den verschiedenen Zuckerarten. Da ein jeder der betreffenden Stoffe sowohl die primäre, als auch die sekundäre Alkoholgruppe enthält, so betrachtete NADSON[1]) die gleichzeitige Anwesenheit dieser im Molekül als Bedingung für die Eignung einer Substanz zur Stärkebildung. Wie es unser Fall dartut, besteht ein solcher Zusammenhang zwischen chemischer Konstitution und Verwendung zur Stärkebildung nicht und kann der Alkohol überhaupt ganz fehlen. Ob die Bildung der Stärke aus der organischen Säure direkt oder erst nach vorausgegangenen Umsetzungen zu anderen Substanzen stattfindet, braucht dabei nicht weiter berührt zu werden, wie ja auch für die anderen stärkegebenden Stoffe die Frage noch offen steht.

---

1) Ausführliches Referat der russischen Arbeit im Bot. Centralbl. 1890, Bd. 42, S. 48—50.

Versuche mit essigsaurem Kali in 150 ccm Nährlösung.

Versuchsobjekt	Trockengewicht in Milligramm bei einer Konzentration von				Versuchsdauer in Tagen	Datum
	0,05 pCt.	0,1 pCt.	0,2 pCt	0,4 pCt.		
Chlorella vulgaris Beij.	10	19	20	8	27	12. VIII.—8. IX.
dito	—	13	9	5	13	12. V.—25. V.
dito	—	—	22	—	30	30. IV.—30. V.
Stichococcus bacillaris Naeg.	7	11	13	11	27	11. VIII.—7. IX.
dito	—	10	12	10	61	12. V.—12. VII.
dito	—	—	13	—	31	30. IV.—31. V.
Scenedesmus acutus Meyen	8	16	16	2	27	11. VIII.—7. IX.
dito	7	14	—	—	46	11. VI.—27. VII.
dito	—	12	11	1	13	12. V.—25. V.
dito	6	13	—	—	67	21. V.—27. VII.
Scenedesmus obtusus Meyen	12	18	17	12	25	11. VIII.—5. IX.
dito	—	18	16	10	13	12. V.—25. V.
dito	—	—	19	—	31	30. IV.—31. V.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.	11	13	1	0	27	11. VIII.—7. IX.
dito	7	4	—	—	19	21. V.—10. VI.
Raphidium polymorphum Fresen.	6	7	4	—	32	11. VIII.—12 IX.
Raphidium minutum Naeg.	7	5	$^1/_2$	—	48	3. IX.—21. X.
dito	—	5	—	—	51	21. V.—11. V.
Kirchneriella lunaris (Schmidle) Moeb.	7	11	10	—	45	11. VIII.—25. IX.
Raphidium Braunii Naeg.	12	10	8	0	32	11. VIII.—12. IX.
dito	7	4	—	—	20	21. V.—10. VI.
dito	12	16	—	—	46	11. VI.—27. VII.
Coelastrum microporum Naeg.	8	14	12	0	37	12. VIII.—18. IX.
dito	7	13	—	—	49	11. VI.—30. VII.
dito	—	—	15	—	41	30. IV.—10. IV.
Westella botryoides (West) de Wildem.	8	5	4	—	45	11. VIII.—25. IX.
dito	—	8	—	—	91	30. IV.—30. VII.
Protococcus botryoides (Kütz.) Kirchn.	2	0	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Microthamnion Kützingianum Näg.	3	2	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Haematococcus pluvialis Flot.	—	6	—	—	67	21. V.—27. VII
Chlamydomonas sp. I	2	1	—	—	82	21. V.—11. VIII.
Chlamydomonas sp. II	—	10	21	50	24	12. VIII.—5. IX.
dito	4	11	—	47	45	12. VI.—27. VII.
Chlorella protothecoides Krüger	—	—	5	—	91	30. IV.—30. VII.

Versuche mit essigsaurem Kali in 500 ccm Nährlösung.

Versuchsobjekt	Trockengewicht in Milligramm bei einer Konzentration von 0,05 pCt.	0,1 pCt.	0,2 pCt.	0,4 pCt.	Versuchsdauer in Tagen	Datum
Chlorella vulgaris Beij..	—	—	40	—	43	21. VII.—2. IX.
Scenedesmus acutus Meyen . . .	—	—	59	—	43	21. VII.—2. IX.
Scenedesmus obtusus Meyen . . .	—	—	37	—	43	21. VII.—2. IX.
Coelastrum microporum Naeg. .	—	—	35	—	43	21. VII.—2. IX.
Chlamydomonas sp. II	—	—	69	—	36	21. VII.—26. VIII.
Stichococcus bacillaris Naeg. . .	—	43	—	—	42	22. VII.—2. IX.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.	—	38	—	—	42	22. VII.—2. IX.
Raphidium polymorphum Fresen.	—	24	—	—	53	22. VII.—13. IX.
Raphidium Braunii Naeg. . . .	—	39	—	—	37	7. VIII.—13. IX.
Westella botryoides (West) deWild.	18	—	—	—	70	12. VIII.—21. X.
Microthamnion Kützingianum Näg.	20	—	—	—	74	12. VIII.—25. X.

Versuche mit essigsaurem Kali in 150 ccm Nährlösung.

Versuchsobjekt	0,05 pCt.	0,1 pCt.	0,2 pCt.	0,4 pCt.	Versuchsdauer in Tagen	Datum
Scenedesmus acutus Meyen . . .	5	10	1	0	32	11. VIII.—12. IX.
dito	5	11	—	—	52	21. V.—12. VII.
Coelastrum microporum Naeg. .	6	8	1	0	37	12. VIII.—18. IX.
dito	6	9	—	—	67	21. V.—27. VII.

Versuche mit dem Ammoniumsalz der organischen Säure in der Konzentration von 0,05 pCt.

	Essigs. Amm.	Milchs. Amm.	zu 150 *ccm*	zu 500 *ccm*	Vers.-Dauer Tage	Datum
Chlorella vulgaris Beij..	„	—	7	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	27	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus obtusus Meyen . . .	„	—	11	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	34	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb..	„	—	16	—	50	10. VI.—30. VII.
dito	„	—	—	52	51	31. VIII.—21. IX.
Stichococcus bacillaris Naeg. . .	„	—	9	—	60	10. VI.—9. VIII.
dito	„	—	—	22	46	25. VIII.—10. IX.
Rhaphidium Braunii Naeg. . . .	„	—	13	—	60	10. VI.—9. VIII.
dito	„	—	—	32	40	31. VIII.—10. X.
Scenedesmus acutus Meyen . . .	„	—	11	—	46	11. VI.—27. VII.
dito	—	„	9	—	59	11. VI.—9. VIII.
dito	—	„	—	18	46	25. VIII.—10. X.
Coelastrum microporum Naeg. .	—	„	9	—	59	11. VI.—9. VIII.
dito	—	„	—	30	48	27. VII.—13. IX.

Die Tatsache der Stärkebildung aus organischer Säure lässt unter anderem an die Erscheinungen bei Crassulaceen und den sich ähnlich verhaltenden Pflanzen denken. Es wäre nicht unmöglich, dass die bei Belichtung auf Kosten der Säure gebildete organische Substanz (Zucker und Stärke) zu einem Teile direkt aus der Säure und nicht nur aus der durch Zerfall derselben gebildeten Kohlensäure stammt.

Ein Interesse kann dann die Frage beanspruchen, ob auch unter normalen Verhältnissen Algen von der Fähigkeit, organische Säuren zu assimilieren, Gebrauch machen. In algolgischen Arbeiten biologischen Inhaltes begegnen wir der häufig wiederkehrenden, mehr oder weniger bestimmt ausgesprochenen Ansicht, dass in den erwähnten Beobachtungen eine Ernährung mit organischen Substanzen vorgelegen habe. In der Tat sind unter anderem Fälle einer auffallend starken Vermehrung von Algen in Abhängigkeit von der Verunreinigung der Wässer durch organische Substanzen und unabhängig von der Witterung häufig genug anzutreffen. Nachdem die Befähigung der Algen zur saprophytischen Ernährung durch Zucker und mehrwertige Alkohole wiederholt dargetan worden war, lag es nahe, hierin die Erklärung zu suchen, wie dies von verschiedenen Seiten geschehen. Es ist aber zu bezweifeln, dass unter natürlichen Bedingungen Stoffe wie Zucker und Glyzerin in genügender Menge auftreten und dass dann die Algen die Konkurrenz mit den Bakterien aufnehmen können. Dagegen liegt in der Verwertung organischer Säuren, den regelmässigen Produkten der Fäulnis und Verwesung, eine Erscheinung vor, von der wir mit mehr Berechtigung voraussetzen können, dass die Alge auch in der Natur von Nutzen sein kann. Dabei kommt eben in Betracht, dass die Algen den Bakterien und Pilzen (sowohl bei saurer als alkalischer Reaktion der Lösung) die Säure mit Erfolg streitig machen können und neben diesen im Dunkeln gedeihen. Dies konnte in gelegentlich infizierten Kulturen, ebenso bei absichtlich unsterilisiert gelassenen schwachen Lösungen beobachtet werden. Eine Illustration zu den Vorgängen in der Natur kann der Algenzüchter nicht selten in seinen Kulturgefässen finden. Bringt man z. B. in dieselben eine grössere Algenmenge, die aus irgend einem Grunde abstirbt, so kommen bei der nun eintretenden Fäulnis zunächst keine Algen auf. Erst nachdem die Bakterien die ihnen leichter zugänglichen organischen Substanzen aufgezehrt haben, die Lösung sozusagen ausgefault ist, tritt schönste Algenvegetation auf, wie sie auch in der besten anorganischen Nährlösung nie in so kurzer Zeit sich bildet. In der Natur freilich braucht es sich dabei nicht immer oder ausschliesslich um eine saprophytische Ernährnng zu handeln. Nicht weniger kommt da eine reichlichere Versorgung der Algen mit Stickstoff in Betracht etwa in Form der bei solcher Gelegenheit sich stets bildenden Ammoniumverbindungen, nach meinen Erfahrungen den besten Stickstoffquellen für Algen. Wie gerade an assimilierbaren Stickstoffverbindungen in den Naturwässern ein relativer Mangel vorhanden ist, worauf auch das stark beförderte Gedeihen bei schon geringerer und alleiniger Zugabe einer solchen zum Wasser hinweist, ist zur Genüge bekannt.

Charkow, Botanisches Institut.

---

65. G. Haberlandt: Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von Selaginella Martensii Spring.

Mit Tafel XX.

Eingegangen am 21. November 1905.

I.

In den trichterförmigen, epidermalen Assimilationszellen des Laubblattes von *Selaginella Martensii* befindet sich fast ausnahmslos nur je ein grosser, muldenförmiger Chlorophyllkörper, der schon von PRILLIEUX[1]) beobachtet und später von mir[2]) genauer beschrieben worden ist. Derselbe kleidet in der unteren Hälfte der Zelle die Wandungen ringsum vollständig aus und ist in der Mitte, d. i. am Grunde der Zelle am dicksten, während er sich gegen den lappigen oder mit zipfelförmigen Vorsprüngen versehenen Rand zu allmählich auskeilt. Der Zellkern ist regelmässig am Grunde der Mulde dem Chlorophyllkörper aufgelagert. Enthält der letztere Stärkekörner, so treten dieselben zunächst in den dem Zellkern benachbarten Teilen des Chloroplasten auf.

Gelegentlich meiner Untersuchungen über die Lichtsinnesorgane der Laubblätter fiel mir auf, dass der muldenförmige Chloroplast auf seiner konkaven Seite, d. i. gegen das Zelllumen zu, von einer ziemlich stark lichtbrechenden, relativ derben Plasmahaut ausgekleidet wird, die anscheinend ganz homogen und beiderseits scharf abgegrenzt ist. Ihre Dicke beträgt im lebenden Zustande etwa 0,3 bis 0,4 μ. Gegen den Zellsaft zu wird sie noch von einer dünnen körnigen Plasmaschicht, in der auch der Zellkern liegt, bedeckt. Jedenfalls handelt es sich also nicht um die innere Hautschicht des Protoplasten, beziehungsweise um die Vakuolenwand, sondern um eine besonders differenzierte Grenzschicht zwischen dem Chloroplasten und dem Cytoplasma.[1]) Dieselbe tritt aber, wie erwähnt, nur auf der Konkavseite des Chloroplasten auf; auf seiner Konvexseite, d. i. gegen die Zellwand zu, fehlt sie vollständig.

---

[1]) E. PRILLIEUX, Sur le mouvement de la chlorophylle dans les Selaginelles, Comptes rendus, T. 78, 1874.

[2]) G. HABERLANDT, Die Chlorophyllkörper der Selaginellen, Flora 1888.

Da die in Rede stehende Plasmahaut, wie bei scharfer Einstellung auf die dünne Randpartie des lebenden Chloroplasten festgestellt werden kann, farblos ist, so lässt sich kaum entscheiden, ob sie phylogenetisch, bzw. ontogenetisch ein Differenzierungsprodukt des Chloroplasten oder des ihn bedeckenden Cytoplasmas vorstellt. Aber selbst dann, wenn die cytoplasmatische Herkunft der Plasmahaut feststehen sollte, so wird man sie doch im ausgebildeten Zustand der Zelle als ein besonderes Organ des Chloroplasten betrachten müssen. Ihre Ausdehnung deckt sich nämlich vollständig mit der des muldenförmigen Chloroplasten, nirgends ragt sie über den Rand desselben vor, und bei den unten zu besprechenden, unter dem Einfluss des Lichtes vor sich gehenden Umlagerungen des Chloroplasten wird sie von diesem mitgenommen.

Wenn sich der muldenförmige Chloroplast ein- oder mehrmal teilt, was in der Nähe der Blattbasis Regel ist, dann wird auch die Plasmahaut in ebensoviele Abschnitte zerteilt, die nun den einzelnen, grosse Chlorophyllkörner darstellenden Teilprodukten des Gesamtchloroplasten auf ihren dem Zellinnern zugekehrten Seiten anliegen. Dieselbe Erscheinung beobachtete ich auch an der Mehrzahl der Chloroplasten des Assimilationsgewebes einzelner Blätter von Zweigen, die ungefähr eine Woche lang in einer Glasschale unter Wasser getaucht waren. Während die meisten Blätter auch nach erfolgter Infiltration mit Wasser grün geblieben waren und in den Trichterzellen unzerteilte muldenförmige Chloroplasten aufwiesen, zeigten einzelne Blätter eine bräunliche Farbe, ihr Schwammparenchym war abgestorben und in den trichterförmigen Assimilationszellen traten an Stelle je eines grossen muldenförmigen Chloroplasten 4--7 entsprechend kleinere rundliche oder mit zipfelförmigen Fortsätzen versehene Chlorophyllkörner auf, die wandständig waren und auf ihrer dem Zelllumen zugekehrten Seite mit den in Rede stehenden Plasmahäuten bekleidet erschienen. Wahrscheinlich handelte es sich um parasitisch erkrankte Blätter, doch konnte ich einen parasitären Organismus nicht mit Sicherheit nachweisen. Durch den Besitz einer Plasmahaut unterschieden sich die

---

[1]) G. HABERLANDT, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, Leipzig, 1905. S. 102.

Chlorophyllkörner der Trichterzellen der erkrankten Blätter auffallend von den Chlorophyllkörnern des Schwammparenchyms und der unteren Epidermis der gesunden Blätter, denen die einseitig ausgebildete Plasmahaut vollständig fehlt. — Dieses strenge Gebundensein der Plasmahaut an die Chloroplasten der Trichterzellen und ihre Teilprodukte weist jedenfalls darauf hin, dass dieselbe ein wichtiges Organ dieser Chloroplasten vorstellt; jeder Chloroplast bildet mit der ihn bedeckenden Plasmahaut eine morphologisch-physiologische Einheit.

Schon oben wurde erwähnt, dass die Plasmahaut bereits in der lebenden Zelle beobachtet werden kann. Viel deutlicher tritt sie aber an fixiertem Material hervor. Wenn man frische Schnitte unter dem Deckglas mit Alkohol fixiert und entfärbt, so fällt jetzt die Plasmahaut durch ihr starkes Lichtbrechungsvermögen — sie glänzt hell auf — und ihre beiderseits scharfe Konturierung besonders auf.[1] Man sieht jetzt auch, dass sie sich gegen den dünnen Rand des Chloroplasten zu allmählich auskeilt.

Solche mit Alkohol behandelte Blattquerschnitte können nun auch zu Färbungsversuchen verwendet werden — Parakarmin und Boraxkarmin, ferner Eosin, Safranin und Fuchsin S färben die Plasmahaut nur in geringem Masse, dagegen erzielt man mit Pikrinanilinblau, Methylenblau und Methylgrün mehr oder weniger intensive Färbungen.

Eine hübsche Tinktion der Plasmahaut erhält man rasch und leicht auf folgende Weise: Nach Fixierung und Entfärbung der Schnitte bzw. der Chloroplasten durch Alkohol zieht man mittelst Fliesspapier einige Tropfen einer ziemlich stark verdünnten Pikrinanilinblaulösung unter dem Deckglas durch und lässt die Lösung einige Minuten lang auf das Präparat einwirken. Man kontrolliert die zunehmende Färbung unter dem Mikroskop und ersetzt die Farbstofflösung durch mit Wasser verdünntes Glyzerin (50 pCt.). sobald das Cytoplasma sich bläut, die Chloroplasten aber noch ungefärbt oder nur schwach tingiert sind. Jeder Blattquerschnitt enthält einige Zellen. in denen die Tinktion gut gelungen ist. Von dem mehr violettblauen Cytoplasma, das den muldenförmigen Chloroplasten auskleidet, hebt sich die stark lichtbrechende grünlichblaue Plasmahaut scharf ab. Wenn der Chloroplast vom Alkohol nicht vollständig entfärbt worden ist, dann kontrastiert seine jetzt gelbbräunliche Farbe lebhaft mit dem grünblauen Farbenton der ihn bedeckenden Plasmahaut.

---

[1] Es empfiehlt sich, nur Blätter mit stärkefreien oder wenigstens stärkearmen Chloroplasten zur Untersuchung zu verwenden. Anderenfalls sind die zahlreichen kleinen Stärkekörner der Beobachtung sehr hinderlich.

Mit einer wässerigen, ziemlich stark verdünnten Fuchsin-Methylgrünlösung lässt sich eine hübsche Doppelfärbung erzielen. Nachdem die mit Alkohol fixierten und entfärbten Schnitte 10 bis 20 Minuten, wenn nötig, noch länger, in der Farbstofflösung verweilt haben, bringt man sie in verdünntes Glyzerin und sieht nun in den gut fixierten Zellen das Cytoplasma blassrot, die Chloroplasten ziemlich intensiv rot, die sie bedeckende Plasmahaut dagegen blau gefärbt. Die Tinktion ist zwar keine intensive, doch immerhin stärker. als die der Zellwände, welche sich gleichfalls blau färben Auch mit stark verdünnter Eosin-Methylenblaulösung habe ich Doppelfärbungen erzielt, doch fielen dieselben nicht so schön aus, wie die früher erwähnte.

Von der Eisenhämatoxylinfärbung der Plasmahaut soll erst weiter unten, bei Besprechung ihrer feineren Struktur, die Rede sein.

An mit Alkohol fixierten und entfärbten Präparaten macht die Plasmahaut der Chloroplasten den Eindruck eines dichten, derben und relativ recht konsistenten Gebildes. Doch quillt sie in mässig verdünnter Kalilauge und Salzsäure rasch auf und wird von Eau de Javelle ebenso bald gelöst wie das Stroma des Chloroplasten. Bei Behandlung mit letzterem Reagens wird nach vorausgegangener Fixierung und Entfärbung mit Alkohol zuerst das Cytoplasma gelöst. dann werden die Chloroplasten ganz homogen, durchscheinend, die Plasmahaut quillt schwach auf und ist zunächst noch stark lichtbrechend, allmählich nimmt aber ihr Lichtbrechungsvermögen ab. ihre Abgrenzung gegen das Stroma des Chloroplasten wird undeutlicher, und schliesslich verschwindet sie ungefähr gleichzeitig mit dem Chloroplasten. Bei Verdauungsversuchen mit Pepsin-Salzsäure[1]) bei 34° C. schrumpfen in den vorher mit Alkohol behandelten Schnitten die Chloroplasten nach einigen Stunden stark zusammen. sie werden grossenteils gelöst und von ihren substanzarmen Resten[2]) heben sich nun die stark lichtbrechenden, nur ganz schwach gequollenen Plasmahäute scharf ab (Fig. 2). Auch vom Cytoplasma und den Zellkernen sind nur substanzarme Reste übrig geblieben. Die Unverdaulichkeit der mit Alkohol fixierten Plasmahäute gibt sonach ein vortreffliches Mittel an die Hand, um dieselben besonders deutlich hervortreten zu lassen.

II.

Ich gehe nun zur feineren Struktur der in Rede stehenden Plasmahaut über. — Auf Blattquerschnitten durch das lebende Blatt sind immer in einer grösseren Anzahl von Trichterzellen die muldenförmigen Chloroplasten beschädigt und desorganisiert. Sie haben sich von der Zellwand zurückgezogen, sind deformiert, aufgequollen, vakuolig und grobkörnig geworden. In diesem Zustande sucht man meist ganz vergeblich nach der Plasmahaut: sie ist anscheinend spurlos verschwunden. Werden solche Chloroplasten mit Alkohol fixiert und entfärbt und in verdünntem Glyzerin beobachtet, so kann man hin und wieder Reste der Plasmahaut wahrnehmen, die aber jetzt ein ganz anderes Aussehen darbietet, als im intakten Zustande. (Fig. 3.) Sie ist nicht mehr stark lichtbrechend, auch nicht von homogener Beschaffenheit, sondern besteht aus regelmässig aneinandergereihten kleinen Körnchen. Nur sehr selten kann man sie ihrer ganzen Ausdehnung nach verfolgen, gewöhnlich ist sie nur streckenweise sichtbar. Häufig ist es wegen der körnigen Beschaffenheit des Chloroplasten überhaupt nicht mehr möglich, die Plasmahaut aufzufinden.

---

[1]) 1 Teil Pepsin-Glyzerin (GRÜBLER), 3 Teile Wasser, 0,2 pCt. Salzsäure.

[2]) Vgl. E. ZACHARIAS, Über Eiweiss, Nucleïn und Plastin, Bot. Ztg. 1883. S. 213. FR. SCHWARZ, Morph. und chem. Zusammensetzung des Protoplasmas Breslau, 1887, S. 73.

Aus dieser Beobachtung geht schon hervor, dass die Plasmahaut aus einer stark lichtbrechenden, leicht desorganisierbaren verquellenden Grund- oder Zwischensubstanz und in sie eingelagerten kleinen Körnchen besteht, die eine einfache Lage bilden und resistenter sind.

In Übereinstimmung damit stehen die Veränderungen, welche die Plasmahaut bei Behandlung mit 10procentiger Kochsalzlösung erleidet. Werden frische Blattquerschnitte in die Lösung gebracht, so tritt zunächst Plasmolyse ein; sehr bald wird aber dieselbe wieder rückgängig, wobei die Chloroplasten stark aufquellen und grobkörnig werden. Die Plasmahaut verliert meist ihr starkes Lichtbrechungsvermögen und wird undeutlicher. Nach Entfärbung mit Alkohol und Zusatz von 50 pCt. Glyzerin erscheint die Plasmahaut dünner, fein gekerbt, stellenweise sogar körnig. Hin und wieder erinnert ihre Beschaffenheit an die in Zellen mit zerstörten Chloroplasten: zuweilen ist sie aber noch recht gut erhalten. Es ist also wenigstens teilweise eine Aufquellung oder Lösung der Grundsubstanz erfolgt, in die die kleinen Körnchen eingebettet sind.

Am besten kann man die regelmässige Körnchenstruktur der Plasmahaut nachweisen, wenn man entsprechend fixierte Mikrotomschnitte nach der BENDA'schen Eisenhämatoxylinmethode behandelt. Die frischen Objekte, kleine Zweige mit angeschnittenen Blättern, wurden mit Chromosmiumessigsäure und KAISER'scher Sublimateisessiglösung fixiert und nach sorgfältigem Auswaschen in üblicher Weise durch Alkohol und Chloroform in Paraffin übertragen. Die Mikrotomschnitte von 4 und 6 μ Dicke wurden dann 24 St. lang in dem mit 1 Vol. destill. Wasser verdünnten Liquor ferri sulfurici oxydati gebeizt, sorgfältig ausgewaschen und dann bis zum Schwarzwerden in 1 prozentige wässerige Hämatoxylinlösung gebracht. Die Differenzierung erfolgte in der mit 5 Vol. Wasser verdünnten Eisenbeize. Nach wiederholter Kontrolle wurden die Schnitte in Xylol-Canadabalsam eingeschlossen. Die mikroskopische Untersuchung erfolgte mit REICHERT's Objektiven für homogene Immersion $^1/_{18}$ und $^1/_{12}$, ferner mit den ZEISS'schen Apochromaten 3·0 und 2·0 mm.

Ist die Fixierung und Färbung gut gelungen, so bietet der Chloroplast mit seiner Plasmahaut das folgende Aussehen dar. Der Körper des Chloroplasten ist gegen seine Konkavseite zu nur schwach violett gefärbt, gegen die Konvexseite wird die Färbung dunkler und ist im basalen Teile, der an die untere Querwand der Trichterzelle angrenzt, am intensivsten. Der Chloroplast zeigt ferner eine radiale Streifung, beziehungsweise einen mehr oder weniger scharf ausgeprägten maschigen Bau, wobei die einzelnen Maschen radial gestreckt sind und spitz zulaufen. Unter der Plasmahaut, d. i. auf der Konkavseite, sind die Maschen am grössten, gegen die Basis des Chloroplasten zu werden sie immer enger, die Substanz desselben wird immer dichter. In höchst auffälliger Weise hebt sich von der blassvioletten Konkavseite des Chloroplasten die intensiv schwarzviolette oder auch ganz schwarze Plasmahaut ab. (Fig. 5 und 6). Bei genügender Vergrösserung und guter scharfer Differenzierung sieht man, dass die Plasmahaut aus sehr regelmässig aneinandergereihten Körnchen besteht, also ein fein perlschnurartiges Aussehen darbietet. Die Körnchen sind es, die sich so stark gefärbt haben, die Zwischensubstanz ist anscheinend nur schwach gefärbt. Stellenweise macht es den Eindruck, als seien mehrere Körnchen seitlich miteinander verschmolzen. Die schönsten Bilder erhält man nach Fixierung mit Chromosmiumessigsäure (Fig. 5). An den mit Sublimateisessig fixierten Objekten sind der Plasmahaut noch einzelne dunkel gefärbte Körnchen von ungleicher Grösse aufgelagert, über deren Beschaffenheit und Provenienz ich nichts auszusagen weiss (Fig. 6). Der der Plasmahaut aufliegende Zellkern fällt namentlich durch den stark tingierten Nukleolus auf. Auf der Konvexseite des Chloroplasten fehlt jede Spur eines solch auffallenden Gebildes, wie es die Plasmahaut der Konkavseite darstellt.

Da die Körnchenstruktur der Plasmahaut nach dem Vorausgegangenen auf sehr verschiedene Art nachweisbar ist, so darf man sicher sein, dass es sich in ihr nicht um ein Kunstprodukt handelt.

III.

Worin besteht nun die Funktion der im Vorstehenden beschriebenen Plasmahaut? Mit der Assimilationstätigkeit des Chloroplasten kann ihr Vorhandensein jedenfalls nicht unmittelbar zusammenhängen, denn sie fehlt den Chloroplasten des Schwammparenchyms und der unteren Epidermis. Auch kann es sich um keine den Stoffaustausch zwischen dem Chloroplasten und dem umgebenden Cytoplasma regulierende Plasmahaut handeln, denn sie ist ja nur auf der Konkavseite des muldenförmigen Chloroplasten vorhanden; auf der Konvexseite grenzt der Chloroplast unmittelbar an eine dünne Cytoplasmaschicht. Ebenso ist die schon von vornherein recht unwahrscheinliche Annahme von der Hand zu weisen, dass die Plasmahaut eine Art von Reserveeiweissschicht, etwa als Produkt einer hypothetischen Stickstoffassimilation des Chloroplasten, vorstelle. Denn selbst nach 14tägiger vollständiger Verdunkelung einer Versuchspflanze im Warmhause war die Plasmahaut noch vollkommen erhalten. allerdings zeigte sie jetzt nach Fixierung mit Alkohol im optischen Durchschnitt einen feingekerbten Kontur, stellenweise sogar aneinandergereihte stark lichtbrechende Körnchen. Ein Teil der Grundsubstanz scheint also aufgelöst worden zu sein; eine solche Abmagerung war aber auch alles, was zu beobachten war. Wäre die Plasmahaut nur eine Reservesubstanz, so wäre sie nach so langer Verdunkelung wahrscheinlich ebenso vollständig aufgelöst und verbraucht worden, wie die in den Chloroplasten enthaltenen Stärkekörner.

Um die Funktion der Plasmahaut feststellen zu können, muss man nach einem physiologischen Merkmal suchen, durch das sich die muldenförmigen Chloroplasten der Trichterzellen (und die durch ihre Zersplitterung entstandenen Chlorophyllkörner) von denen der Schwammparenchymzellen und der unteren Epidermis unterscheiden. Ein solches Merkmal besteht in ihrem lokomotorischen Verhalten gegenüber der Richtung des einfallenden stärksten zerstreuten Lichtes.

Von PRILLIEUX[1]) ist bereits festgestellt worden, dass die muldenförmigen Chloroplasten in den Trichterzellen von *Selaginella Martensii*, welche im diffusen Tageslichte den Grund der Zellen einnehmen, bei intensiverer Beleuchtung, im Sonnenlichte, auf die Seitenwände hinüberwandern. In der Oberflächenansicht des Blattes zeigen die Chloroplasten jetzt Halbmondgestalt. Wie bereits STAHL[2]) bemerkt hat, findet also bei diffusem Lichte Flächenstellung, bei intensiver Beleuchtung Profilstellung statt. Dies gilt auch für die zu kettenförmigen Verbänden vereinigten Chlorophyllkörner des Schwammparenchyms und der unteren Epidermis. Bei gewöhnlichem Tageslichte liegen sie im Schwammparenchym den unteren, zur Organfläche parallelen Wänden an, in der unteren Epidermis den Innenwänden. Sie befinden sich also in der Flächenstellung. Wenn man die Blätter von unten her direktem Sonnenlichte aussetzt, so wandern die Chlorophyllkörner auf die Seitenwände hinüber und nehmen im Schwammparenchym ungefähr jene Lage ein, wie in den flachen sternförmigen Zellen des Blattes von *Oxalis acetosella*, wenn es direkt besonnt wird.[1] Sie zeigen also Profilstellung.

---

[1]) l. c. S. 507.

[2]) E. STAHL, Über den Einfluss von Richtung und Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreiche. Bot. Zeit., 1880, S. 340.

In den Trichterzellen von *Selaginella Martensii* sind aber die muldenförmigen Chloroplasten nur dann ganz regelmässig am Grunde der Zellen gelagert, wenn sich das Blatt bzw. der Spross in transversal-heliotropischer Stellung, das ist in der fixen Lichtlage, befindet, wenn also das stärkste zerstreute Licht annähernd senkrecht zur Blattfläche einfällt. In dieser Lage befindet sich, streng genommen, nur der mittlere Teil des Chloroplasten in der Flächenstellung. Er wird am stärksten beleuchtet, und zwar um so mehr, als auf ihm infolge der Konvexität der Aussenwand der Trichterzelle ein helles Mittelfeld zustande kommt. Die den schrägen Seitenwänden anliegenden Randteile des Chloroplasten werden also von den einfallenden Lichtstrahlen nur unter spitzen Winkeln getroffen, sind aber ringsum ungefähr gleich stark beleuchtet. Immerhin empfängt der Chloroplast in dieser Lage am meisten Licht, so dass der Ausdruck „Flächenstellung“ wenigstens im physiologischen Sinne zutrifft.

Wenn man nun das Blatt aus seiner fixen Lichtlage herausbringt, so dass es vom einfallenden stärksten zerstreuten Licht schräg getroffen wird, so ändert sich natürlich die Intensitätsverteilung des Lichtes auf der Oberseite (Konkavseite) des Chloroplasten. Die Randpartie ist jetzt nicht mehr gleichmässig beleuchtet, sondern auf der der Lichtquelle abgekehrten Seite am stärksten, weil hier die Strahlen annähernd senkrecht einfallen, auf der entgegengesetzten Seite am schwächsten, weil da die Strahlen den Chloroplasten unter sehr spitzen Winkeln treffen, eventuell parallel zu seiner Oberfläche einfallen. Das Mittelfeld ist jetzt schwächer beleuchtet als früher. Diese Veränderung der Intensitätsverteilung führt zu einer Verlagerung des Chloroplasten: er gleitet allmählich auf jene Partien der schrägen Seitenwände hinüber, die von den schräg einfallenden Lichtstrahlen annähernd senkrecht bezw. unter möglichst günstigen Winkeln getroffen werden (Fig. 4). In der Oberflächenansicht haben die Chloroplasten demnach jetzt Halbmondgestalt und sind sämtlich so gelagert, dass sie ihre konkaven Seiten der Lichtquelle zukehren. Jetzt ist die Beleuchtung der Chloroplasten wieder eine annähernd regelmässige, möglichst günstige, der Chloroplast befindet sich wieder in der Flächenstellung.

Die Versuche, welche dieses Ergebnis hatten, wurden im Oktober ausgeführt, als das diffuse Tageslicht schon ziemlich stark gedämpft war. Die *Selaginella*-Sprosse kamen in flachen Glasschalen in eine heliotropische Kammer, deren durchlöcherte Vorderwand einem Laboratoriumsfenster zugekehrt war. Das Licht fiel durch ein kreisrundes Loch von 10 *cm* Durchmesser unter einem Winkel von etwa 45° auf die Blätter ein. Die mittlere Entfernung derselben von dem Zentrum des Loches betrug 22 *cm*. Bei der derart erzielten geringen Lichtintensität waren die Chloroplasten gewöhnlich schon nach $1^1/_2$—2 Stunden, wenn auch nur teilweise, auf die der Lichtquelle abgekehrten Seitenwände hinübergewandert. Nach 6 Stunden waren sie aber fast alle vollständig in die neue Flächenstellung eingerückt; die untere Querwand der Trichterzellen war jetzt vom Chloroplasten meist ganz entblösst.

---

[1] Vgl. STAHL, l. c. S. 338.

Diese Umlagerung unter dem Einfluss der veränderten Richtung des einfallenden Tageslichtes zeigen auch die durch Zerklüftung der grossen Chloroplasten entstandenen Chlorophyllkörner, welche im epidermalen Assimilationsgewebe der Blattbasis auftreten; allerdings tritt die Umlagerung langsamer ein. Die Chlorophyllkörner bezw. Chlorophyllketten des Schwammparenchyms und der unteren Epidermis dagegen zeigen bei Änderung der Richtung des einfallenden gedämpften Tageslichtes keine Veränderung ihrer Lage, und zwar auch dann nicht, wenn man die Sprosse in umgekehrter Lage, die Unterseite nach oben, schräg beleuchtet und wenn die Intensität der Beleuchtung durch Entfernung der Vorderwand der heliotropischen Kammer gesteigert wird.

Die muldenförmigen Chloroplasten der Trichterzellen und die durch ihre Zerklüftung entstandenen Chlorophyllkörner sind also in viel höherem Grade lichtempfindlich, als die Chlorophyllkörner des Schwammparenchyms und der unteren Epidermis. Die ersteren vermögen die Richtung des einfallenden gedämpften Tageslichtes zu perzipieren und eine dementsprechende Lage einzunehmen, die letzteren dagegen nicht. Nur die ersteren besitzen die in dieser Mitteilung beschriebene Plasmahaut, den letzteren fehlt sie. Da liegt es nun nahe, zwischen diesen morphologischen und physiologischen Tatsachen einen Kausalzusammenhang anzunehmen und in der Plasmahaut der muldenförmigen Chloroplasten und ihrer Teilprodukte das lichtperzipierende Organ derselben zu erblicken.

Dass die unter dem Einfluss des Lichtes Ortsbewegungen ausführenden Chloroplasten photisch empfindlich sind, kann nach den namentlich von STAHL festgestellten Tatsachen keinem Zweifel unterliegen.[1]) Ob bei der Ausführung der Bewegung die Chloroplasten nur dirigierend wirken oder aktiv tätig sind, kommt hier nicht in Betracht. Wenn bei so hochgradiger Lichtempfindlichkeit, wie sie die muldenförmigen Chloroplasten von *Selaginella Martensii* besitzen, ein eigenes Perzeptionsorgan für den Lichtreiz ausgebildet wird, so kann dies im Grunde genommen nicht mehr überraschen, als wenn die phototaktischen Algenschwärmsporen in ihrem Augenfleck, bezw. in dem ihm angelagerten farblosen Plasma ein scharf differenziertes Lichtperzeptionsorgan besitzen.

---

[1]) Vgl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl. II. Bd. S. 784, wo die Gründe

Zugunsten dieser Annahme, die ich ausdrücklich nur als eine naheliegende Hypothese hinstelle, spricht nicht nur der schon erwähnte Umstand, dass die besprochene Plasmahaut bloss den so lichtempfindlichen Chloroplasten der Assimilationszellen zukommt. Auch ihre Lage auf der dem einfallenden Lichte zugekehrten Konkavseite der Chloroplasten stimmt mit jener Annahme gut überein.

Bemerkenswert ist schliesslich noch, dass die feinere Struktur der in Rede stehenden Plasmahaut eine unverkennbare Analogie mit den von HESSE[1]) so sorgfältig studierten „Stiftchensäumen“ der Sehzellen niederer Tiere aufweist. Ein solcher Stiftchensaum besteht aus palisadenartig nebeneinander gereihten, räumlich betrachtet in einer Fläche angeordneten äusserst kleinen Stiftchen, die aber auch nur in Form von knöpfchenartigen Gebilden entwickelt sein können[2]). Diese Stiftchen und Knöpfchen sind aller Wahrscheinlichkeit nach die eigentlichen lichtperzipierenden Elemente der Retina und werden als Enden von Neurofibrillen aufgefasst. Vielleicht sind die so regelmässig nebeneinander gereihten Körnchen in der Plasmahaut der Chloroplasten von *Selaginella* gleichfalls die lichtperzipierenden Elemente. Es ist vielleicht kein Zufall, dass die Eisenhämatoxylinmethode nicht nur beim Nachweise der Stiftchensäume, sondern auch der körnigen Struktur der Chloroplastenhaut so vortreffliche Dienste leistet. Dass ich mit diesem Hinweise nur eine Möglichkeit andeute, ist selbstverständlich.

Es fragt sich jetzt noch, wie im Hinblick auf die unter dem Einfluss des Lichtes vor sich gehenden Umlagerungen der Chloroplasten im Assimilationsgewebe der Blätter von *Selaginella Martensii* die transversal heliotropische Stellung der Laubsprosse, ihre fixe Lichtlage, zustande kommt. Wie wir gesehen haben, ist die nächste Folge eines schrägen Lichteinfalles eine entsprechende Umlagerung der Chloroplasten, wodurch dieselben wieder annähernd in die Flächenstellung gelangen. So wird sehr rasch wieder eine für den Assimi-

---

welche für die photische Empfindlichkeit der Chlorophyllkörner sprechen, übersichtlich zusammengestellt sind.

[1]) R. HESSE, Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. 72, 1902, S. 589 ff.

[2]) R. HESSE, l. c. p. 600.

lationsprozess günstige Beleuchtung der Chloroplasten erzielt. Diese Umlagerung ermöglicht aber auch den den Seitenwänden und unteren Querwänden anliegenden Plasmahäuten der trichterförmigen Assimilationszellen die Perzeption der Lichtrichtung. Jene Wandpartien, die bei schrägem Lichteinfall von den Lichtstrahlen unter sehr spitzen Winkeln getroffen werden oder sogar parallel zur Lichtrichtung orientiert sind, werden, obwohl von den Chloroplasten entblösst, schwächer beleuchtet sein, als die gegenüberliegenden Wandpartien, auf die das Licht unter günstigeren Winkeln, ev. senkrecht einfällt. Allerdings werden diese Wandpartien, bzw. ihre Plasmahäute von den ihnen anliegenden Chloroplasten beschattet sein; doch ist es nicht wahrscheinlich, dass dadurch die Intensität des Lichtes so stark herabgesetzt wird, wie durch den sehr schrägen oder parallelen Lichteinfall auf der gegenüberliegenden Seite, zumal ja auch noch die Linsenwirkung der vorgewölbten Aussenwände für eine Lichtkonzentration sorgt. Wenn aber auch der Intensitätsunterschied die Reizschwelle nicht erreichen sollte, so haben doch die lichtempfindlichen Plasmahäute in der verschiedenen Qualität des sie treffenden Lichtes ein Mittel zur Verfügung, um die Lichtrichtung wahrzunehmen. Unter den umgelagerten Chloroplasten werden eben die Plasmahäute von andersfarbigem Lichte getroffen, als an den von ihnen entblössten Stellen. — Andererseits habe ich schon früher[1]) erwähnt, dass bei den Selaginellen, die dem Typus der *S. Martensii* angehören, möglicherweise nur die den vorgewölbten Aussenwänden anliegenden Plasmahäute den Lichtreiz aufnehmen.

Ob auch bei anderen Selaginellen die trichterförmigen Assimilationszellen im Besitz von Plasmahäuten sind, werden künftige Untersuchungen lehren müssen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Trichterförmige Assimilationszelle im lebenden Zustande.

" 2. Chloroplast mit der Plasmahaut nach Fixierung mit Alkohol und nachträglicher mehrstündiger Behandlung mit angesäuerter Pepsin-Glyzerinlösung.

" 3. Ein bei der Präparation zerstörter, deformierter Chloroplast nach Behandlung mit Alkohol in 50 pCt. Glyzerin.

---

1) Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter, S. 102. In dieser Arbeit habe ich die im Vorstehenden besprochene Plasmahaut der Chloroplasten, da mir die Umlagerungen derselben unter dem Einfluss der Richtung des einfallenden Lichtes geringerer Intensität noch nicht bekannt waren, in hypothetischer Weise als die lichtempfindliche Plasmahaut der ganzen Zelle angesprochen. Diese Annahme wird durch die obigen Darlegungen richtiggestellt.

Fig. 4. Assimilationszelle mit verlagertem Chloroplasten, der sich annähernd in der Flächenstellung befindet. Der Pfeil gibt die Lichtrichtung an.
„ 5. Chloroplast mit der Plasmahaut nach Fixierung mit Chromosmiumessigsäure; Einbettung in Paraffin und Färbung mit Eisenhämatoxylin.
„ 6. Desgleichen nach Fixierung mit Sublimat-Eisessig.

Die Fig. 1, 2, 3, 5 und 6 sind bei etwa 850facher Vergrösserung gezeichnet.

---

66. C. Correns: Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie.

Eingegangen am 22. November 1905.

Vor Jahresfrist habe ich an dieser Stelle[1]) einen ersten Bericht über meine Untersuchungen mit gynodioecischen Pflanzen gegeben; ich habe sie inzwischen fortgesetzt und ausgedehnt und will hier nur über das berichten, was mir geeignet erscheint, das schon im Vorjahr formulierte Vererbungsgesetz noch klarer hervortreten zu lassen.

Ich hatte (bei *Satureia hortensis* und *Silene inflata*) gefunden, dass die beiden Hauptformen, in denen eine gynodioecische Art auftritt, die zwitterige und die weibliche, aus den Samen vorwiegend bis fast ausschliesslich wieder sich selbst hervorbringen, ein Schluss, zu dem die zwei einzigen mir bekannten einschlägigen Versuche, der von DARWIN mit *Thymus* ♀ und der etwas ausführlicher beschriebene von WILLIS mit *Origanum* ☿, noch nicht berechtigten.[2])

Dieses Hervorbringen von fast lauter gleichen Nachkommen beruht nicht allein darauf, dass die beiden Geschlechtsformen Keimzellen mit verschiedenen Anlagen, oder vielleicht denselben Anlagen in verschiedenem Zustand, hervorbringen, sondern auch darauf, dass die neuen, in den Keimzellen der weiblichen Pflanze vorhandenen

---

1) Experimentelle Untersuchungen über die Gynodioecie. Diese Berichte, Bd. XXII, Heft 8, S. 506 (1904). Dort sind auch die Versuche DARWIN's und WILLIS' zitiert.

2) Zu einer im Grunde gleichen Ansicht ist inzwischen auch W. BURCK (Die Mutation als Ursache der Kleistogamie, Extrait du Recueil des Travaux botaniques Néerlandais, Vol. 1, 2. S. 95 u. f., 1905, gekommen, ohne eigene Versuche zu machen. Denn wenn er die weibliche Form als eine Mutante der zwitterigen anspricht, so ist das dasselbe, wie wenn ich ihre Erblichkeit betont habe. BURCK hat meine Arbeit, die ihm experimentelle Belege hätte liefern können, nur benützt, um an ihr anmerkungsweise zwei Ausstellungen zu machen, die auf Missverständnissen beruhen.

Anlagen über die in den Keimzellen der zwitterigen Pflanzen steckenden, alten Anlagen dominieren, ein neues Beispiel dafür, dass das phylogenetisch höher stehende Merkmal, die neue Anlage, dominiert.[1]) Denn die Nachkommen der weiblichen Pflanze sind stets Bastarde im weitesten Sinne des Wortes, da sie nur durch den Pollen der zwitterigen Pflanzen mit seinen anderen Anlagen entstehen; würden die alten, zwitterigen Anlagen dominieren, so würden wir die neuen, im entfalteten Zustande, d. h. die weiblichen Pflanzen, überhaupt nicht kennen.

Wir haben verschiedene Hinweise, dass äussere Faktoren das Weiblichwerden von Zwitterblüten bedingen können. Es geht das vor allem aus den bekannten Versuchen VÖCHTING's[2]) über den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten hervor, und neuerdings hat GOEBEL[3]) wieder darauf aufmerksam gemacht.

Dieser Einfluss der Aussenwelt kann die tatsächlichen Vererbungsverhältnisse bis zu einem gewissen Grade verschleiern, wie die Beobachtungen an *Satureia* zeigen; umgekehrt tritt bei seiner Berücksichtigung das oben formulierte Gesetz nur noch schärfer hervor.

Wenn unter den Bedingungen *x* eine Pflanze *A* zwitterige und eine Pflanze *B* weibliche Blüten trägt, und ich bringe *A* dazu, ebenfalls weibliche Blüten statt der zwitterigen zu bilden, indem ich sie unter die neuen Bedingungen *y* versetze, bei denen *B* seine weiblichen Blüten behält, so ist *A* von *B* noch so gewiss und so gut verschieden, wie wenn der Versuch nicht geglückt wäre.

Wie in allen ähnlichen Fällen kann eben die experimentelle Untersuchung auch hier zwei Ziele verfolgen. Sie kann die Pflanze *A* nehmen, die äusseren Bedingungen variieren und sehen, ob sie der Pflanze *B* ähnlich gemacht werden kann, indem von den im Organismus steckenden Anlagen soviel als möglich herausgelockt wird. Oder sie kann für beide Pflanzen, *A* und *B*, die äusseren Bedingungen möglichst gleichförmig gestalten und sehen, was die zwei Organismen wirklich unterscheidet. Zur Zeit steht das erste von VÖCHTING, GOEBEL, KLEBS im Auge gehaltene Ziel im Vordergrund des Interesses, das zweite hat aber dieselbe Berechtigung, und beiderlei Untersuchungen müssen sich ergänzen.

---

[1]) Einige Bastadierungsversuche mit anomalen Sippen und ihre allgemeinen Ergebnisse. PRINGSH. Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd. XLI, Heft 3, S. 480 u. f., (1905).

[2]) H. VÖCHTING, Über den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung und Anlage der Blüten. PRINGSH. Jahrb. für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXV., Heft 2, (1893).

[3]) K. GOEBEL, Die kleistogamen Blüten und die Anpassungstheorien. Biol. Centralbl., Bd. XXIV, S. 785, Anm. 4, (1904).

Nun sind die äusseren Bedingungen ja bekanntlich selbst für zwei Individuen nie absolut gleich zu gestalten. Eine völlige Gleichheit ist aber auch gar nicht nötig; es handelt sich nur darum, dass die unvermeidlichen Schwankungen unter der Reizschwelle liegen, bei der eine erkennbare Änderung ausgelöst wird, oder bei *A* und *B* gleich sind.

Wenn auf dem einen von zwei Beeten, die keinerlei Unterschiede in der Lage oder der Beschaffenheit des Bodens erkennen lassen, die Nachkommen der Pflanze *A* fast lauter Zwitter, auf dem anderen die Nachkommen der Pflanze *B* fast lauter weibliche Individuen sind, so ist, wenn es sich um eine grössere Zahl von Exemplaren handelt, die Differenz der Anlagen in den Keimen der beiden Pflanzen festgestellt, auch ohne dass wir durch besondere Experimente über den Einfluss der äusseren Bedingungen unterrichtet sind.

Es ist bei den gynodioecischen Arten offenbar viel leichter, wenn nicht allein möglich, Pflanzen mit zwitterigen Blüten zu veranlassen, weibliche Blüten oder wenigstens Blüten mit verschrumpften Antheren (S. 455) zu bilden, als umgekehrt die Bildung zwitteriger Blüten an echten weiblichen Stöcken hervorzurufen, denn alle Versuche des Jahres 1904, bei den weiblichen Nachkommen weiblicher Pflanzen der *Satureia hortensis* diese Verwandlung zu veranlassen lieferten, wie schon (l. c. S. 512) berichtet wurde, nur negative Ergebnisse. Es wurde ungewöhnlich gute und ungewöhnlich schlechte Ernährung vom Boden aus (Düngung und Sandzusatz) und Variierung der Beleuchtung und der Temperatur, z. T. kombiniert, angewendet. — Bedingung für solche Versuche ist natürlich, dass man den Samen wirklich weiblicher Pflanzen verwendet und nicht etwa den von Zwitterpflanzen, die aus irgend einem Grunde zur Zeit der Wahl als Samenträger nur weibliche Blüten trugen.

Neben äusseren Einflüssen spielen auch innere Ursachen bei der Ausbildung zwitteriger Blüten als weibliche eine Rolle. Ich möchte wenigstens den Unterschied, den die Nachkommenschaft der zwitterigen Individuen der *Satureia* zeigt, je nachdem man sie Anfangs Juli oder Anfangs September untersucht (S. 458), nicht allein auf die Rechnung der äusseren Einflüsse setzen. Jedenfalls zeigen diese Versuche die ausserordentliche Wichtigkeit, den rechten Zeitpunkt zur Untersuchung der Pflanzen nicht zu verpassen. Die inneren Ursachen werden zum guten Teil auch auf Ernährungseinflüsse hinauslaufen. Dass aber auch noch andere, nicht so durchsichtige vererbte Bedingungen mitspielen, scheint mir unter anderem das verschiedene Verhalten der gynomonoecischen Exemplare von *Satureia* und *Silene* zu lehren. Bei jenen sind die ersten Blüten der Haupt- und Seitenachsen zwitterig, die letzten weiblich, bei diesen die ersten weiblich und die folgenden zwitterig.

I. Satureia hortensis.

Ich habe seinerzeit (l. c. S. 510) angegeben, dass dreierlei Zustände der Staubgefässe zu unterscheiden sind: ausser dem normalen der zwitterigen Blüten und dem ganz rudimentären, pollenlosen der weiblichen Blüten einer, bei dem die pollenhaltigen Antheren vor der völligen Reife verschrumpfen. Dieser Zustand, den ich schon damals als eigentlich zwitterig, nicht als weiblich auffasste[1]), kann mit dem normalen in derselben Blüte vereinigt sein, und alle drei können bei Blüten derselben Pflanze vorkommen.

Die Versuche des Jahres 1904 hatten ergeben:

Tabelle 1.

Stöcke mit	Nachkommen der 1903	
	zwitterigen	weiblichen
	Pflanzen	
1. normalen Zwitterblüten, Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten: Klasse I	107	1
2. Zwitterblüten mit geschrumpften Antheren und weiblichen Blüten: Klasse II	112	3
3. nur weiblichen Blüten: Klasse III	134	330

Es waren von allen Klassen Früchte gesammelt worden. Von Klasse I und II der Nachkommen der weiblichen Pflanzen wurde, wegen zu geringer Menge, nichts ausgesät, die Früchte der übrigen vier Klassen wurden aber 1905 auf benachbarte Beete, wo keine *Satureia* gestanden hatte, ausgesät. Mit der Untersuchung wurde diesmal früher als sonst, schon am 9. Juli, begonnen.

Die folgenden Tabellen bringen das Resultat der Zählungen. Statt der drei Klassen des Jahres 1904 wurden aber diesmal, von der zweiten Zählung ab, sechs Individuenklassen unterschieden, nämlich Stöcke, die zur Zeit der Untersuchung hatten:

I. nur normale Zwitterblüten,
II. normale Zwitterblüten und Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren,
III. nur Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren,
IV. normale Zwitterblüten, Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren und weibliche Blüten,

---

[1]) Beide Zustände sind natürlich Entwicklungshemmungen der normalen Anthere, die eine setzt nur in einem viel späteren Stadium ein, als die andere. Zweifelhafte Fälle sind häufig genug; das Mikroskop bringt dann aber meist rasch Klarheit. Trotzdem wird kaum eine ganz scharfe Grenze existieren.

V. Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren und weibliche Blüten,

VI. nur weibliche Blüten.

Der Kürze halber sind die Zwitterblüten mit verschrumpften Antheren im folgenden einfach „verkümmerte Zwitterblüten“ genannt.

A. Enkel der zwitterigen Pflanzen von 1903.

I. Kinder der Pflanzen mit normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 2.

Stöcke mit	9. Juli		12. Juli		18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	22	25	19	21	19	12	10	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	3	—	6	3	6	8	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten		—		1	—	—	—	—
4. normalen u. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	5	9	∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	1	
6. nur weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—		
zusammen	25	25	25	25	25	25	24	∞

II. Kinder der Pflanzen mit verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 3.

Stöcke mit								
1. nur normalen Zwitterblüten	24	20	20	21	17	14	12	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	1	5	4	2	7	6	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten			1	2	1	—	—	—
4. normalen u. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	4	5	∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	1	1	
6. nur weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	3	
zusammen	25	25	25	25	25	25	25	∞

III. Kinder der Pflanzen mit weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 4.

Stöcke mit	9. Juli		10. Juli	13. Juli	18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	22	13	14	7	8	6	8	—
2. normalen u. verkümmerten Zwitterblüten		6	6	11	10	5	4	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten		3	4	1	3	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	1	11	7	∞
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	1	1	1	
6. nur weiblichen Blüten . .	3	3	2	6	3	2	5	
zusammen . . .	25	25	25	25	26	25	25	∞

B. Kinder der weiblichen Pflanzen von 1903.

IV. Kinder der Pflanzen mit nur weiblichen Blüten von 1904.

Tabelle 5.

Stöcke mit	9. Juli		12. Juli		18. Juli	26. Juli		7. Sept.
1. nur normalen Zwitterblüten	—	1	—	1	—	—	—	—
2. normalen und verkümmerten Zwitterblüten	—	—	—	—	—	—	—	—
3. nur verkümmerten Zwitterblüten	—	—	—	—	—	—	—	—
4. normalen und verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten	—	—	—	—	—	—	—	—
5. verkümmerten Zwitterblüten und weiblichen Blüten . .	—	—	—	—	—	—	—	—
6. nur weiblichen Blüten . .	25	24	25	24	25	25	25	∞
zusammen . . .	25	25	25	25	25	25	25	∞

Tabelle 6 bringt die bisherigen Ergebnisse in der Form eines Stammbaumes, der sich von selbst erklärt; alle Pflanzen, die normale oder verkümmerte Zwitterblüten besassen, sind als ± ⚥ zusammengefasst.

Tabelle 6.

1903	±☿				♀		
1904 (September)	±☿ 219		♀ 134[1]		±☿ 4	♀ 330	
1905 (9–26. Juli)	±☿ 346	♀ 4	±☿ 252	♀ 24		±☿ 2	♀ 173

Es ist also jetzt ganz deutlich, dass die Blüten mit verschrumpften Antheren eigentlich Zwitterblüten sind; denn die Nachkommenschaft der Pflanzen, die 1904 bei der Untersuchung nur verkümmerte trugen, ist von jener der Pflanzen, die ausserdem noch normale Zwitterblüten brachten, nicht wesentlich verschieden. Man vergleiche nur Tabelle 2 mit Tabelle 3.

Es tritt aber auch der Einfluss des Zeitpunktes, zu dem die Untersuchung vorgenommen wird, sehr deutlich hervor. Die Zahl der Pflanzen, die nur normale Zwitterblüten offen hatten, sank, wie Tabelle 2—4 zeigt, von Untersuchung zu Untersuchung stetig, und die Pflanzen mit einzelnen und lauter weiblichen Blüten traten erst spät auf. Anfang September waren überall nur mehr verkümmerte Zwitterblüten und weibliche Blüten zu finden, selten einmal eine normale.

Da aber jede Pflanze nur einmal untersucht wurde und das Resultat durch einen, freilich äusserst sonderbaren, Zufall hätte bedingt sein können, wurden 39 in Töpfen gezogene Nachkommen zwitteriger Eltern und Grosseltern und 36 ebenfalls in Töpfen gezogene Nachkommen weiblicher Eltern und Grosseltern von Anfang Juli an von Zeit zu Zeit einzeln untersucht. Jene trugen anfangs entweder nur normale Zwitterblüten oder gleich einzelne verkümmerte Zwitterblüten oder weibliche Blüten daneben, zum Schluss aber nur solche verkümmerte Zwitterblüten und weibliche Blüten; diese brachten von Anfang bis zu Ende nur weibliche Blüten hervor, bis auf zwei, die gynomonoecisch waren.

1904 waren die Pflanzen — Anfang September — offenbar viel zu spät untersucht worden, wie ich seinerzeit (l. c. S. 510) schon vermutet hatte. Das erklärt, warum damals unter den Nachkommen der zwitterigen Pflanzen von 1903 soviel „weibliche“ gefunden wurden: es waren jedenfalls ganz überwiegend nur gynomonoecische Individuen im weiblichen Zustand, keine wirklich weiblichen, und das erklärt seinerseits wieder, warum unter den Nachkommen dieser, nur zum kleinsten Teil wirklich weiblichen Pflanzen 1905 so viel Zwitter waren, gegenüber den Nachkommen der echten weiblichen Pflanzen (dort 158 ±☿ und 24 ♀, hier 2 ±☿ und 173 ♀).

Meine Sippe der *Satureia hortensis* besitzt also gar keine rein zwitterigen Pflanzen mehr; schliesslich kommen überall — unter dem

---

[1] Es waren das fast ausschliesslich gynomonoecische Pflanzen im letzten ♀ Zustand, keine richtigen weiblichen; vgl. den folgenden Text.

Einfluss äusserer und innerer Ursachen — weibliche oder doch nur verkümmerte Antheren zeigende Blüten zum Vorschein. Es gibt also nur Stöcke, die entweder gynomonoecisch oder weiblich sind.

Die zuletzt erwähnte wiederholte Untersuchung einzelner, zwitterige Blüten bildender Pflanzen hat aber auch, wie schon angedeutet wurde, ergeben, dass die Zeit des Auftretens der weiblichen Blüten und ihre Zahl verschieden ausfallen kann. Manches davon mag durch äussere Bedingungen veranlasst sein. Die schwächeren Pflanzen bilden früher keine zwitterigen Blüten mehr. Charakteristisch dafür ist das Ergebnis der Wägungen im Jahr 1904: Das Durchschnittsgewicht der Pflanzen mit zwitterigen, verkümmertzwitterigen und weiblichen Blüten betrug 15,7 g, das der Pflanzen mit verkümmertzwitterigen und weiblichen Blüten 7,7 g, das der Pflanzen mit nur weiblichen Blüten 2,0 g, jedesmal aus etwa 100 Exemplaren berechnet. Und dabei war, wie wir oben sahen, den Anlagen nach Klasse I und Klasse II identisch und Klasse III jedenfalls nur in einzelnen Individuen verschieden. Ein guter Teil der Unterschiede beruht aber doch wohl auf erblichen Verschiedenheiten, und die gynomonoecische Individuenklasse ist nichts Einheitliches, sondern erinnert an eine „Population“ mit ihren „Linien“ im Sinne JOHANNSEN's, von denen die eine mehr zu Bildung weiblicher Blüten neigt, als die andere. Die Existenz solcher verschieden stark gynomonoecischer, erblich fixierter Formen bei derselben Spezies ist in anderem Verwandtschaftskreis sichergestellt; bei unserem Objekt liegen die Verhältnisse für den experimentellen Beweis (wegen der geringen Grösse der Blüten und der geringen Samenzahl in jedem Fruchtknoten) sehr ungünstig; *Silene inflata*, bei der wohl Ähnliches vorliegt, wird ein besseres Versuchsobjekt sein.

II. Silene inflata.

Der Versuch hatte 1903 und 1904 ergeben (l. c. S. 513):

Tabelle 7.

Stöcke mit	Nachkommen der 1902			
	zwitterigen		weiblichen	
	Pflanzen			
1. Zwitterblüten	21	(95 pCt.)	13	(17 pCt.)
2. Zwitterblüten und vielen weiblichen Blüten („stark gynomonoecisch“) . . . 3. weiblichen Blüten	1	(5 pCt.)	65	(83 pCt.)

Von den sieben Versuchen, die hierbei zusammengefasst sind, wurden heuer nur drei (I, IVa, VI) fortgesetzt.

Versuch 1.

Eine zwitterige, selbstbestäubte Pflanze hatte 1903 17 Stöcke gegeben, 16 zwitterige und einen weiblichen oder stark gynomonoecischen. (Vers. 1.) Von den zwitterigen Stöcken wurden Samen gesammelt, die durch Selbstbefruchtung oder Inzucht entstanden sein mussten. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 8.

Stöcke mit			pCt.	
1. Zwitterblüten	51	53	96	100
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	2		4	
3. weiblichen Blüten	0		0	
zusammen . . .	53		100	

Versuch 2.

Eine weibliche Pflanze wurde 1902 mit dem Pollen einer bestimmten zwitterigen bestäubt und gab 1903 18 Stöcke, 17 weibliche und einen zwitterigen (Vers. IVa). Von den weiblichen Stöcken wurden Samen gesammelt, die durch Selbstbefruchtung und Inzucht, vielleicht auch den Pollen eines andern, nicht weit entfernten Beetes, entstanden waren. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 9.

Stöcke mit			pCt.	
1. Zwitterblüten	1	2	6	12
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	1		6	
3. weiblichen Blüten	16		89	
zusammen . . .	18		101	

Versuch 3.

Dieselbe weibliche Pflanze war mit einer anderen zwitterigen bestäubt worden und hatte 1903 3 zwitterige oder gynomonoecische und 18 weibliche Stöcke gegeben (Vers. VI). Von jenen, den zwitterigen und gynomonoecischen, wurden Samen gesammelt. Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 10.

Stöcke mit			pCt.	
1. Zwitterblüten	9	13	60	87
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	4		27	
3. weiblichen Blüten	2		13	
zusammen . . .	15		100	

Versuch 4.

Von den 18 weiblichen Stöcken, die im vorigen Versuch erwähnt sind, wurden ebenfalls Samen gesammelt (die vorwiegend oder ausschliesslich durch den Pollen der 3 zwitterigen oder gynomonoecischen Stöcke entstanden sein mussten). Das Resultat der Aussaat war:

Tabelle 11.

Stöcke mit			pCt.	
1. Zwitterblüten	2	4	4	8
2. Zwitterblüten und viel weiblichen Blüten	2		4	
3. weiblichen Blüten	62		93	
zusammen	66		101	

Die bisherigen Ergebnisse lassen sich in folgende drei Stammbäume zusammenfassen, wobei ☿♀ die stark gynomonoecischen Stöcke bezeichnet.

Tabelle 12.

A. (Vers. 1. 1905)
1902 ☿ (selbstbest.)
1903 ☿ 16 ♀ 1
1905 ☿ 51 ☿♀ 2 ♀ —

B. (Vers. 2. 1905)
1903 ♀ (best. m. ☿)
1903 ☿ 1 ♀ 17
1905 ☿ 1 ☿♀ 1 ♀ 16

C. (Vers. 3 und 4. 1905).
1902 ♀ (best. m. ☿)
1903 ☿ (und ☿♀) 3 ♀ 18
1905 ☿ 9 ☿♀ 4 ♀ 2 ☿ 2 ☿♀ 2 ♀ 62

Zu den zwitterigen sind auch die andromonoecischen Exemplare gerechnet; rein männliche kamen nicht zur Beobachtung. Die meisten Pflanzen wurden zwei- oder dreimal untersucht.

Die Fortsetzung der Versuche, sowohl jener mit *Silene inflata*, als ganz besonders jener mit *Satureia hortensis*, lassen also das schon im vorigen Jahr aufgestellte Gesetz, dass die Zwitterpflanzen überwiegend Zwitterpflanzen, die weiblichen Pflanzen überwiegend weibliche Pflanzen hervorbringen, noch schärfer hervortreten. Seine Gültigkeit ist aber nicht auf diese Objekte beschränkt. Ich habe schon früher (l. c. S. 514) darauf hingewiesen, dass sich die Geraniaceen (*Erodium cicutarium*) anschliessen dürften. Nun kann ich dasselbe mit aller Bestimmtheit für die Dipsaceen (*Scabiosa*) angeben.

Ich halte es nach noch nicht ganz abgeschlossenen Versuchen für sicher, das auch die androdioecischen Pflanzen (*Geum*) ein entsprechendes Verhalten zeigen, dass also hier die Blüten der zwitterigen Stöcke, mit dem Pollen der männlichen befruchtet, vorwiegend männliche Nachkommen geben, während sie mit dem Pollen zwitteriger Stöcke vorwiegend Zwitter hervorbringen. Auch hier sind die Verhältnisse durch die Andromonoecie kompliziert.

Das Gesetz wird also wohl dahin zu erweitern sein, dass jede Geschlechtsform Keimzellen mit der ihr eigenen Geschlechtstendenz hervorbringt, und zwar, so lange noch beiderlei Keimzellen auf derselben Pflanze gebildet werden, in den männlichen und den weiblichen dieselbe, und dass diese Geschlechtstendenz über jene der Keimzellen **zwitteriger** Stöcke dominiert.

Ob das Gesetz auch für dioecische Pflanzen gilt, was nur seine natürliche Konsequenz ist, muss die Zukunft lehren. Die Bastardierungsversuche mit *Bryonia alba* und *Bryonia dioica*, die ich zur Entscheidung dieser Frage 1900 in Angriff genommen habe, haben noch kein eindeutiges Resultat gezeitigt. Die einhäusige *Bryonia alba* gab, wie ich schon 1903 mitteilte[1]), mit dem Pollen der zweihäusigen *Bryonia dioica* bestäubt, ungefähr zur Hälfte männliche, zur Hälfte weibliche Bastarde; ein Wiederholungsversuch mit zwei anderen Exemplaren gab dasselbe Resultat. Eine weibliche Pflanze der *Bryonia dioica* aber brachte, wie ich jetzt mitteilen kann, mit dem Pollen der *Bryonia alba* bestäubt, Pflanzen hervor, die von Anfang an oder nach einigen männlichen oder zwitterigen Blüten lauter weibliche Blüten bildeten. Bis jetzt konnten 38 Exemplare untersucht werden.

Nimmt man dazu noch das Ergebnis BITTER's,[2]) der die 9 Stöcke, für die er die parthenogenetische Entstehung aus einem weiblichen für ganz sicher hält, sämtlich männlich fand, so hat man Beweismaterial für alle drei Arten, auf die man sich die Keimzellen dioecischer Organismen mit einer bestimmten Geschlechtstendenz versehen gedacht hat. Entweder hat ein Teil der (männlichen und der weiblichen) Keimzellen die eine, ein Teil die andere Tendenz: *Bryonia alba* ♀ + *dioica* ♂, oder alle männlichen und alle weiblichen Keimzellen haben dieselbe Tendenz, entweder die gleiche (alle weiblichen also die weibliche: *Bryonia dioica* ♀ + *alba* ♂) oder die entgegengesetzte (alle weiblichen also die männliche:

---

1) Weitere Beiträge zur Kenntnis der dominierenden Merkmale und der Mosaikbildung der Bastarde. Diese Berichte, Bd. XXI, Heft 3, S. 195 (1903).

2) G. BITTER, Parthenogenesis und Variabilität der *Bryonia dioica*. Abh. Nat. Ver. Bremen, 1904, Bd. XVIII Heft 1.

parthenogenetisch entstandene Nachkommen der *Bryonia dioica* nach BITTER). Die Ähnlichkeit mit den Nachkommen eines mendelnden Bastardes ist auffällig, trotzdem halte ich noch immer das Spaltungsgesetz der Bastarde auf die Geschlechterbildung für nicht anwendbar.[1] Hier kann nur eine Ausdehnung meiner Versuche und jener BITTER's Aufklärung schaffen; meinen Teil der Arbeit habe ich bereits in Angriff genommen.

An der Vorstellung, dass die Gynodioecie ein Weg, wenn auch nicht der einzige, ist, der von der Zwitterigkeit zur Dioecie führt, möchte ich festhalten. Der weibliche Zustand braucht nicht mit einem Sprung erreicht worden zu sein, er kann mit dem zwitterigen durch verschiedene erblich fixierte Etappen verbunden sein. Bei *Satureia hortensis* scheinen gerade diese in den gynomonoecischen Exemplaren erhalten zu sein, das rein zwitterige Ausgangsstadium scheint aber zu fehlen. Aus ihr wird kaum mehr eine dioecische Pflanze werden, eher könnte das bei *Silene inflata* der Fall sein.

Leipzig, Botanisches Institut der Universität.

---

67. Hermann Dingler: Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall.

Eingegangen am 23. November 1905.

In einem Aufsatze, betitelt „Zum herbstlichen Blattfall“[2], in welchem ich gleichzeitig einen kurzen Überblick über den damaligen Stand der Frage gab, hatte ich gezeigt, dass der von WIESNER damals noch angenommene Hauptgrund des Blattsterbens unannehmbar ist. Nach Anführung verschiedener fremder wie eigener einschlägiger Beobachtungen hatte ich ausserdem über einen im Jahre 1900 in grösstem Massstabe durchgeführten Versuch mit *Populus fastigiata* berichtet, welcher wenigstens für diese Holzart direkt die Unrichtigkeit der Anschauung bewies, dass der herbstliche Blattfall vor allem der Herabsetzung der Transpiration zuzuschreiben sei.[3]

WIESNER hat zwar seitdem, ohne meinen Widerspruch zu erwähnen, seinen Standpunkt zu der Frage geändert, wie die verschiedenen, seitdem von ihm erschienenen Publikationen beweisen, trotzdem aber kann ich mich auch seiner gegenwärtigen neuen Auffassung nicht anschliessen. Ich halte auch seine neuen Erklärungen, wenigstens für den grössten Teil unserer einheimischen sommergrünen Laubhölzer, für mehr oder minder unrichtig.

---

[1] Vergl. dazu: GREGOR MENDEL's Briefe an CARL NAEGELI, 1866—1873, Abh. der math.-phys. Klasse der Königl. sächs. Gesellsch. der Wissensch., Bd. XXIX, Heft 3, Zusatz S. 253-258.

[2] Im Forstwissenschaftl. Zentralblatt, Jahrg. 1902, S. 195—204.

[3] Von WIESNER noch vorgetragen 1902 in seinem Buche „Elemente der wissenschaftlichen Botanik“, III. „Biologie der Pflanzen“, II. Aufl. S. 97.

Ich erwähnte in meinem angeführten Aufsatz das von WIESNER schon vor langer Zeit selbst bemerkte, übrigens schon viel früher bekannte graduelle Absterben der Blätter an den Langtrieben von unten nach oben und schloss daraus, wenn auch in bedingter Weise, dass man an ein physiologisches Altern der Blätter denken könne, wobei freilich auch ungünstige äussere oder innere Verhältnisse, vor allem Lichtentzug durch Überschattung der älteren Blätter sowie Konkurrenz um den Wasserstrom mitspielen dürften. Ich führte auch einige in letzterer Richtung gemachte Versuche an, welche die Möglichkeit einer künstlichen, wenn auch geringen Lebensverlängerung älterer Blätter an Langtrieben bewiesen.

Ich habe seitdem, um das früher Festgestellte nochmals zu erproben und zu erweitern, einige Versuchsreihen durchgeführt, über welche ich hier kurz berichten will. In den Jahren 1902—1905 wurden weitere Schneidelungsversuche mit einheimischen und eingeführten Laubhölzern vorgenommen. 1902 und 1903 an erwachsenen Bäumen in dem Walde „Fasanerie“ bei Aschaffenburg[1]) und 1904 und 1905 ebendort sowie im botanischen Garten unserer Hochschule an jüngeren Exemplaren, letztere mit anderer Fragestellung. Ich gehe hier nur auf die Versuche von 1902 und 1903 ein und bemerke dazu ganz allgemein, dass sie ähnlich wie im Jahre 1900 angestellt wurden. Die Bäume wurden sämtlicher Äste, womöglich auch der kleinsten knospentragenden Zweige beraubt, indem diese dicht am Stamm abgeschnitten wurden. Gleichzeitig wurde der Gipfel meist in einer Länge von ungefähr 3 *m* weggenommen. Es blieben so nur mehr die nackten Stümpfe übrig.

Das Verhalten dieser „geschneidelten“ und „geköpften“ Bäume wurde im darauffolgenden Sommer beobachtet und notiert. Ihre Blätter wurden in den Herbstmonaten wiederholt auf ihre Lebensfähigkeit geprüft. Die anatomischen Vorgänge in den Blattstielbasen wurden dabei nicht besonders verfolgt, weil dies für die Fragestellung nicht von Belang war. Gleichzeitig mit den operierten Bäumen wurden möglichst gleichalterige und gleich grosse, unter gleichen Verhältnissen stehende normale Exemplare aus der Nachbarschaft fortlaufend beobachtet. Es wurden so in der Fasanerie in den beiden Jahren 18 Bäume operiert. Dazu kamen noch acht starke Pyramidenpappeln in der „grossen Buschallee“ bei Aschaffen-

---

1) Für deren Durchführungsmöglichkeit ich meinem geehrten Kollegen Herrn Forstrat DOTZEL zu Dank verpflichtet bin.

burg, bei denen etwa 5 *m* Gipfel entfernt wurden und infolge eines sehr glücklichen zufälligen Zusammentreffens acht starke Platanen. Sechs von diesen bildeten eine Gruppe in der Stadt in der Nähe des botanischen Gartens und zwei andere waren benachbarte Bäume einer Platanenallee. Um sie nicht wegnehmen zu müssen, wurden sie von der Stadtverwaltung in gleicher Weise wie die obigen geschneidelt und das ganze obere Drittel ihrer Stämme entfernt.

Zu den Witterungsverhältnissen der vier Herbstmonate ist folgendes vorauszuschicken: 1902. Erstes Drittel des September heiss und trocken. Vom 13. IX. bis 13. X. meist trocken, kühler. Einigemale Minima von etwa 1,5° C. Vom 14. X. bis 16. X. die ersten leichten Fröste mit bis – 1,6° C. Minimum. Vom 17. bis Ende Oktober feucht und regnerisch. November heiter und trocken. 3. XI. und 5. XI. schwacher Frost. 16. XI. bis 24. XI. starke Fröste mit Minim. – 2,4° C. bis – 11,3° C. Die Tagesmaxima lagen dabei über 0° C. Vom 3. XII. bis 16. XII. wieder starke Fröste mit bis zu – 13,4° C. und Maximaltemperaturen, die teilweise tief unter 0° lagen, Maximum am 6. XII. – 6,5° C. 1903. — Der Temperaturabfall in den vier letzten Jahresmonaten war ohne grosse Sprünge und ein ziemlich normaler mittlerer. 19. X. brachte den ersten leichten Frost mit – 1,2° C. Am 20. und 21. X. folgten – 2,2° und – 1,5° C. Am 6. XI. – 0,5° und 9. XI. – 2° C. Am 17. und 18. XI. – 0,3° und – 0,1° C. Im allgemeinen hielt sich die Temperatur in den späteren Herbstmonaten tief mit viel Feuchtigkeit und Regen. Am 27. XI. – 1° C. Erst am 30. XI. begann eine stärkere und längere Frostperiode, welche bis 8. XII. dauerte mit Temperaturen bis zu – 8,9° C.

Bei der folgenden Aufzählung der einzelnen Versuche und einiger ihrer Resultate gebe ich hier nur ganz kurze Daten, weil Ausführlicheres den Umfang dieser Mitteilung über Gebühr anschwellen würde.

Fraxinus excelsior (1).

op. (operiert) 14. 1. 1902.
StH. (Stumpfhöhe) 11 *m*.
Dm. (Durchmesser in Brusthöhe) 12½ *cm*.
StO. (Standort) Nordrand einer kleinen Lichtung. Sonnig. Feuchter, tiefgründiger Talboden.
TrR. (Triebreproduktion) ziemlich schwach.
B. (Erste flache Blattspreiten entwickelt[1]) 17. 6.

---

[1] Hierunter ist ausschliesslich die Entwicklung von Blättern verstanden, welche aus infolge der Operation gekräftigten bzw. neugebildeten Knospenanlagen entstanden waren. Blätter aus bereits fertig entwickelten Winterknospen, wie sie an übersehenen kleinen Zweigen sich finden, sind nicht berücksichtigt. Einzelne solcher Zweiglein bleiben hie und da stehen und entwickeln sich normal oder auch manchmal etwas früher oder später als normal.

Vf. (Beginn der Verfärbung) 23. 10. An der Basis der Triebe etwas braunfleckig.

F. (Beginn des Laubfalles) 27. 10. Nach Frost. Die Blätter fielen grün.

EB. (Vollständige Entblätterung) 14. 11.

Normale Bäume.

B. (Erste geöffnete Blattspreiten entwickelt) 13. 5.

Vf. (Beginn der Verfärbung) 10. 10. Etwas schmutzig grün und fleckig.

F. (Beginn des Laubfalles) 18. 10.

EB. (Entblätterung vollendet) 7. 11. Die Blätter fielen zum grösseren Teil noch grün.

Fraxinus excelsior (2).

op. 14. 1. 1902.

StH. 15 *m.*

Dm. 22 *cm.*

StO. Nordrand eines Bestandes. Schattig.

TrR. ziemlich schwach.

Gesamtverhalten ziemlich ähnlich der vorigen. Der Unterschied im Beginn der Verfärbung war um 2 Tage kleiner.

Carpinus Betulus (1).

op. 14. 1. 1902.

StH. 12 *m.*

Dm. 18 *cm.*

StO. Südrand einer kleinen Lichtung. Schattig. Feuchter, tiefgründiger Talboden.

TrR. Reichlich und ziemlich üppig.

B. 7. 6. Das Wachstum der Triebe dauert an bis zum 10. 10.

Vf. keine oder wenigstens kaum Spuren an einigen wenigen untersten Blättern bei ein paar Trieben. Alle anderen (sehr viele) ganz ohne Verfärbung.

F. findet nicht statt. Die Blätter werden erst durch die dauernden Fröste gegen Mitte Dezember langsam durch Vertrocknung getötet und bleiben meist bis zum Frühjahr hängen. Ihre Farbe nach dem Absterben ist graugrün. Einzelne Blätter erhalten sich am Leben bis Anfang Januar 1903.

Normale Bäume (in gleicher und ähnlicher Stellung):

B. 20. 4.

Vf. 20. 9.

F. 27. 9.

EB. 10. 11.

Carpinus Betulus (2).

op. 10. 2. 1903.

StH. $11\frac{1}{2}$ *m*.

Dm. $15\frac{1}{2}$ *cm*.

StO. Nordrand einer kleinen Lichtung. Sonnig. Guter feuchter Talboden.

TrR. mässig kräftig und mässig zahlreich.

B. 29. 5. Das Wachstum der Triebe dauert zum Teil bis Anfang Oktober.

Vf. 5. 11. Die unteren Blätter der Triebe fangen an zu vergilben.

F. 21. 11. Die unteren Blätter der Triebe fangen an, abzufallen, die obere Hälfte der Blätter der Triebe ist noch vollständig grün.

EB. Nicht ganz vollständige Entblätterung bis Anfang Dezember. Die obersten noch grünen Blätter der stärkeren Triebe sterben grün ab, während der Frostperiode Anfang Dezember und sitzen noch lange an.

Normale Bäume.

B. 14. 4.

Vf. 17. 9.

F. 10. 10.

EB. 30. 10. fast entblättert.

Carpinus Betulus (3. 4. 5).

op. 10. 2. 1903.

N. 3 ein Stamm von ähnlichen Dimensionen wie N. 2.

N. 4 und N. 5 schwache Stämme, Stockausschlag.

N. 3 ein wenig beschattet, unweit des Nordrandes eines Bestandes stehend.

N. 4 und N. 5 nahe beisammen aus dem nämlichen Stock entwickelt, freistehend. Alle drei Stämme am Hügelabhang. Alle drei verhalten sich sehr ähnlich. Der Unterschied im Beginn der Verfärbung usw. zwischen ihnen und den normalen Stämmen ihrer Umgebung ist um einige Tage geringer wie bei N. 2. Da keine Besonderheiten beobachtet wurden, gehe ich nicht weiter auf ihr Verhalten ein.

Robinia Pseudacacia.

op. 14. 1. 1902.

StH. 12 *m*.

Dm. 17 *cm*.

StO. Mitten in gleich hohem Bestand.

TrR. Mässig reichlich aber sehr kräftig.

B. 20. 6.

Vf. 28. 10. Die Blätter haben etwas gelitten durch den Frost, bleiben aber hängen bis zum 7. 11. nach dem zweiten Frost. Dann rascher Fall.

EB. 10. 11. fast vollständig.

Zwei normale Bäume (in nächster Nähe im Bestand).

B. 17. 5.

Vf. 20. 10. Laub etwas graugrün aussehend und im Beginn des Abfallens.

EB. 28, 10.

Populus tremula.

op. 14. 1. 1902. Im Bestand. Schlug gar nicht aus und starb im Lauf des Sommers ohne nachweisbaren Grund ab.

Fagus silvatica (1).

op. 14. 1. 1902.

StH. 10 *m.*

Dm. 11½ *cm.*

StO. Frei auf einer Lichtung.

TrR. Wenig schwache Triebe, bes. im oberen Teil des Stammes.

B. 24. 6.

Vf. 14. 11. Am unteren Teil des Stammes die wenigblättrigen Triebe. An den oberen Trieben die oberen $^3/_5$ der Blätter noch vollkommen grün. Am 21. 11. die obersten Blätter noch dunkelgrün.

EB. 1. 12.

Normale Bäume:

B. 19. 4.

Vf. 5. 10.

F. 23. 10. Die Blätter an den Spitzen der kurzen Zweige im Fallen. Die unteren inneren sehr häufig noch ziemlich grün. Übrigens sehr unregelmässig.

E. B. Ende November.

Fagus silvatica (2 und 3).

op. 10. 2. 1903. 2 ziemlich starke Stämme unweit voneinander auf einer Lichtung frei stehend. Beide mit schwacher Triebreproduktion, der eine nur mit ein paar kurzen Trieben am obersten Ende. Beide Individuen verhalten sich im Übrigen ziemlich ähnlich. Der Unterschied in der Dauer des Laubes gegenüber dem Laube der normalen Stämme ist wesentlich kürzer als bei N. 1 und beträgt $^2/_3$ des Unterschiedes bei N. 1.

Betula verrucosa.

op. 14. 1. 1902.
StH. 12½ *m.*
Dm. 11 *cm.*
StO. Frei auf einer Lichtung stehend.
Tr. Ziemlich schwach.
B. 19. 5.
Vf. 27. 10. an den untersten Blättern der Triebe.
F. 4. 11. Die untersten Blätter der Triebe beginnen zu fallen.
EB. 21. 11. Fast alle B. abgefallen. Nur an den Spitzen der Triebe noch einzelne grüne oder gelbgrüne Blätter.

Normale Bäume:

B. 23. 3.
Vf. 15. 9.
F. 23. 10.
EB. 7. 11.

Tilia parvifolia.

op. 10. 2. 1903.
StH. 13½ *m.*
Dm. 16½ *cm.*
StO. Westrand eines Bestandes.
TrR. Ziemlich zahlreiche kräftige Triebe.
B. 20. 5.
Vf. 27. 10. an den untersten Blättern der Triebe.
EB. 21. 11. Nur an den Triebspitzen noch vereinzelte grüne oder gelbgrüne Blätter.

Normale Bäume:

B. 14. 4.
Vf. 29. 9. an den unteren Blättern der Zweige.
F. 8. 10.
Eb. 27. 10.

Quercus pedunculata (1).

op. 14. 1. 1902.
StH. 13½ *m.*
Dm. 19½ *cm.*
StO. auf einer Lichtung frei stehend.
TrR. viele starke Triebe mit Johannistrieben.
B. 24. 6. Johannistriebe 29. 7.
Vf. 23. 10. an der untersten Basis der Triebe. Am 14. 11. waren einige Blätter an den Triebspitzen noch grün.
F. 7. 11. an der untersten Basis der Triebe.
EB. trat erst im Lauf des Winters ein, da die jüngeren Blätter grossenteils nach der Vertrocknung hängen bleiben.

Normale Bäume:

B. 8. 5. verschieden. Mittel aus einer Anzahl von benachbarten Individuen, wie alle folgenden Zahlen.

Vf. 3. 10.

F. 29. 10. hat an der Basis der Triebe begonnen.

EB. Sehr verschieden. Manche Individuen 14. 11. fast ganz entblättert. Andere waren noch dicht mit vollkommen abgestorbenem Laub besetzt. Einzelne trugen noch einzelne gelbgrüne Blätter an manchen Triebspitzen.

Quercus pedunculata (2):

op. 10. 2. 1902.

StH. 14 *m*.

Dm. 13,5 *cm*.

StO. frei auf einer Lichtung am sanften nordwestlichen Abhange eines Hügels.

TrR. Viele starke Triebe mit Johannistrieben.

B. 14. 6. Johannistriebe 13. 7.

Vf. 18. 10. am Grund der Frühjahrstriebe.

F. 10. 11. am Grund der Frühjahrstriebe. Diese sind ganz verfärbt. Die Johannistriebe sind noch vollständig grün. Erst am 20. 11. Beginn der Verfärbung an den untersten Blättern derselben. Die Frühjahrstriebe zu dieser Zeit ganz blattlos.

EB. 15. 12. Fast vollständig. Einzelne etwas gelbgrüne und braune Blätter noch an einigen Triebspitzen.

Normale Bäume:

B. 3. 5. verschieden. Mittel aus einer Anzahl von benachbarten Individuen, wie alle folgenden Zahlen.

Vf. 29. 9. am 20. 11. waren die Blätter fast aller Bäume vollständig braun und vertrocknet.

F. 30. 10.

EB. Sehr verschieden. Ähnlich wie N. 1. Am 21. 11. waren manche Kronen fast vollkommen kahl, andere aber noch gut beblättert, wenn auch ganz braun.

Alnus glutinosa (1).

op. 14. 1. 1902.

StH. 12 *m*.

Dm. 15 cm.

StO. Westrand eines Gehölzes.

B. 18. 5.

Vf. keine.

F. 28. 10.

EB. 5. 11.

Normale Bäume:

B. 11. 4.

Vf. 19. 10. ein wenig bräunlich verfärbt, etwas schmutzig grün. Bereits viele Blätter abgefallen.

F. 4. 10. an den unteren Zweigen die untersten Blätter in ganz intaktem Zustand und völlig grün.

EB. 24. 11.

Alnus glutinosa (2).

op. 14. 1. 1902.

StH. $4^1/_2$ *m*.

Dm. 5,8 *cm*.

StO. freistehend, in einer feuchten Wiese, von niedrigem Weidengebüsch umgeben. Verhalten sehr ähnlich dem von N. 1.

Platanus occidentalis.

8 Bäume. Alle wurden operiert von der Stadtverwaltung Aschaffenburg Ende Februar 1902. Sechs davon, in einer Gruppe stehend, massen ca. 16 *m* (StH) und zwischen 65 und 80 *cm* (Dm). Die Gipfel waren ca. 8 *m* lang weggenommen worden. — Die beiden letzten massen ca. 6 *m* (StH) und ca. 26 *cm* (Dm), und waren Nachbarn in einer Platanenallee.

Alle zeigten reiche und sehr kräftige Reproduktion und verhielten sich ganz überraschend gleich, so dass ich die kleinen Unterschiede übergehe und nur ein Individuum als Beispiel anführe.

B. 11. 6. Das Wachstum der Triebe hört auf am 1. 10. Die äussersten Triebspitzen sind ohne Frost infolge der kühlen Witterung und mangelhaften Wasserzuführung welk geworden.

Vf. keine.

F. 29. 10. Nach den Frosttagen vom 24.—26. Oktober fallen die untersten B. der Triebe vollkommen gesund und grün. Am 10. 11. waren die Bäume trotz wiederholten Frostes noch vollkommen grün. $^2/_3$ bis $^3/_4$ der Blätter (die oberen der Triebe) sind vollkommen turgeszent und haften noch fest.

EB. 20. 11. Fall der letzten vollkommen grünen Blätter, beschleunigt durch die starken Fröste (bis —7,3° C. am 20. 11.) welche vom 16. 11. an sich wiederholten.

Normale Bäume:

B. 11. 5

Vf. 13. 9.

F. 22. 9.

EB. 15. 10. An den Spitzen vieler Zweige hängen noch vereinzelte verfärbte Blätter. Alle Individuen zeigen fast genau gleiches Verhalten. In der Gleichzeitigkeit erinnern sie sehr an *Populus fastigiata.*

Ich enthalte mich, hier alle Folgerungen zu ziehen, die ich aus vorliegenden und anderen Versuchen ziehen könnte. Ich möchte mir für jetzt nur folgende Erwägungen gestatten:

Alle angeführten operierten Bäume verhielten sich insofern gleich, als der Beginn der Blattproduktion aus den erst gekräftigten bereits vorhandenen und den z. T. neugebildeten Knospenanlagen bedeutend über den normalen Zeitpunkt hinausrückte und dass das herbstliche Absterben ohne Ausnahme später eintrat als bei den normalen Bäumen. Es ergeben sich freilich dabei sehr bedeutende Unterschiede bei den verschiedenen Arten und auch gewisse verhältnismässig nicht unbedeutende Unterschiede zwischen den Individuen einer und derselben Art. Auch die Entlaubung in den verschiedenen Jahren wechselt.

Am auffallendsten verhielten sich *Carpinus Betulus* und unter diesen wieder ganz besonders N. 1 und die operierten *Platanus occidentalis.* Es ergab sich bei ihnen eine meines Wissens bei sommergrünen Bäumen noch nicht bekannte Lebenskraft und Widerstandsfähigkeit gegen Spätherbst- und sogar Wintertemperaturen. Das in voller Funktion befindliche, jugendliche Laub von *Carpinus Betulus* erfror nicht bei tagelang dauernden Frostperioden und sehr tiefen Kältegraden. Es litt auch nicht durch tagelang dauernde nebelige düstere Perioden. Es vertrocknete schliesslich nur, wie vielfältige Versuche, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, lehren.

Ich will mich hier nur mit dem Blattfall an sich befassen.

Wie die Menschen nicht alle an Altersschwäche sterben, aber im Alter weniger widerstandsfähiger werden, so auch die Blätter. Die Blätter bilden trotz eigenen Lebens und einer beschränkten Individualität einen Teil der Pflanze und werden demnach von allen Schädigungen und Begünstigungen der Pflanze mitbetroffen. Die Blätter regulieren andererseits für die Pflanze wie für sich selbst ausserordentlich wichtige Vorgänge. Die Regulierung des Verhältnisses zwischen Pflanze und Blatt ist dabei, wie WIESNER früher durch eine Reihe künstlicher Beeinflussungen gezeigt hat, eine überraschend feine. Dadurch, dass man die sommergrünen Bäume aber zwingt, wider ihre Gewohnheit und Erfahrung mit noch möglichst jungen Blättern in den Spätherbst einzutreten, klärt sich das Verhältnis der beiden Teile in auffallendster Weise. Die Spezialmittel und Vorgänge, durch welche sich die verschiedenen Arten dabei gegen Schädlichkeiten, vor allem gegen den Wasserverlust schützen, zu einer Zeit, wo die Wasserzufuhr durch die sinkende Temperatur der Luft und des Bodens erschwert wird, können und müssen dabei verschieden sein, je nach den ökologischen Bedürfnissen der betreffenden Art. Eine Art des nassen kalten Bodens, die Schwarzerle, wirft ihre Blätter fast regelmässig noch an sich grün, früh, besonders beim ersten Frost ab. Sie sichert sich so, in ihrer Weise, ähnlich den anderen „Xerophyten“ des sehr feuchten Bodens vor weiterem Wasserverlust. Eine Art des wärmeren trockenen Bodens, die Stieleiche, geht sehr häufig mit z. T. noch grünen funktionierenden Blättern (an Langtrieben) tiefer in den Spätherbst hinein, um womöglich ihre spät entwickelten Johannistriebe ausreifen zu können. Es ist dies wenigstens für jüngere Pflanzen, welche im gedrängten Wachstum lange vielblätterige Triebe zu machen lieben, nützlich. Ähnlich ist es mit der Weissbuche und in gewissem Grade auch mit der Rotbuche. Ältere Bäume machen in der Regel keine so langen Triebe mehr und schliessen ihr Längenwachstum viel früher ab. Wenn man Bäume durch die Operation zwingt, Langtriebe zu erzeugen, so verhalten sie sich wie die jüngeren Pflanzen und wie die Stockausschläge, und dann tritt auch bei ihnen die Altersfolge der Blätter im Absterben charakteristisch hervor.

Dass das physiologische Alter der Blätter hauptsächlich massgebend für den natürlichen Blattfall ist, beweisen all die vielen frei nach allen Seiten wachsenden und aufstrebenden Langtriebe, deren untere Blätter Licht in reichem Masse erhalten — genau ebensoviel wie höherstehende und längerlebige — und dennoch genau nach der Altersfolge absterben. Der Wasserentzug durch die jüngeren kräftigeren Blätter wirkt dabei ganz offenbar etwas mit, wie ich früher schon ausgeführt habe. Ich habe die früheren Versuche mit jüngeren Pyramidenpappeln wiederholt und bin zu demselben Resultate gekommen. Es gelang mir in einer Reihe von Fällen das Leben der unteren Blätter von Langtrieben durch Wegnahme der oberen Blätter und der austreibenden Knospen relativ gegenüber unter ganz gleichen Bedingungen wachsenden Individuen etwas zu verlängern. Das Licht kann dabei nicht mitgespielt haben, denn die Triebe standen ganz frei und bekamen von allen Seiten Licht, auch direktes Sonnenlicht wurde den betreffenden Blättern an beiderlei Pflanzen in gleichem Masse zu teil. Ich werde übrigens über diese neueren Versuche besonders berichten.

Gerade die Pyramidenpappeln beweisen mit ihren bis zu unterst an den Langtrieben gleichmässig beleuchteten Blättern mit am besten, dass der Lichtentzug wenigstens bei ihnen nicht das Blattsterben verursacht. Noch besser beweist dies *Carpinus Betulus* und *Fagus*. Immerhin mag der Lichtentzug bei manchen Hölzern mit am sommerlichen Blattfall beteiligt sein, bei unseren einheimischen sommergrünen Laubhölzern ist er es nur in wenigen Fällen oder nur im allerminimalsten Grade. Nicht einmal für die dichten Kronen unserer Rotbuchen trifft es zu. Etiolierte Blätter freilich fallen, wie WIESNER nachgewiesen hat, ab, aber von Etiolement ist im Freien nicht die Rede.

Ausnahmsweises Auftreten von in unserem Klima selteneren starken Frühfrösten hebt das in den normalen Jahren erfolgende Alterssterben der Blätter fast aller unserer einheimischen Hölzer erfahrungsgemäss auf. Ein vorzügliches Beispiel dafür bot der diesjährige Herbst 1905.

Nachdem am 17. und 18. Oktober — 1,6° und — 1,5° C. Minimaltemparatur gewesen waren, trat am 21. Oktober ein Frost von — 5,6° C. ein. Sofort fielen alle oder fast alle Blätter, auch die bis dahin grünen und lebensfähigen der verschiedensten sommergrünen Hölzer. Ganze Laubhügel waren um die Stämme aufgehäuft in den nächsten Tagen. Man könnte vielleicht daran denken, meine Schneidelungsversuche noch weiter in der Weise fortzusetzen, dass man die Blattbildung durch spätere Operation in einen noch späteren Zeitraum verlegte. Indessen würden sich kaum wesentlich verschiedene Resultate erzielen lassen, wenigstens bei den Arten, deren Wachstum und Blattbildung ohnehin erst im Spätherbst durch die Witterungsverhältnisse abgeschlossen wird. Die meisten anderen, Eschen, Erlen, Akazien, haben zu solchen Versuchen zu empfindliches Laub, das mehr oder weniger grün abfällt.

Selbstverständlich sind das sommerliche und das herbstliche Absterben und der herbstliche Laubfall unserer sommergrünen Bäume biologisch nützliche Einrichtungen. Der Zweck des sommerlichen Absterbens ist, die Verdunstung zu mindern, bei den noch wachsenden Trieben auch die Weiterentwicklung der Triebe zu begünstigen. Der Vertrocknungslaubfall in der heissesten Zeit, wo aus dem ausgetrockneten Boden die Nachfuhr erschwert ist bei stark gesteigerter Verdunstung, dient ganz speziell der wichtigen Wasserökonomie. Auch der herbstliche Laubfall hat ohne Zweifel zum grössten Teil diese Bedeutung. Ein biologischer Hauptvorteil des herbstlichen Laubfalles ist aber wohl neben den Vorteilen, die WIESNER in seiner letzten Publikation¹) anführt, der, die Bäume vor den Winterstürmen und vor allem vor dem verderblichen Schneedruck zu sichern. Nach meiner Ansicht ist das viel wichtiger als die von WIESNER als am wichtigsten angesehene Bestrahlung der Knospen mit parallelem Licht, denn die auch bei sommergrünen Bäumen sich wirklich ent-

---

1) Diese Berichte Bd. XXIII, 1905, S. 172.

wickelnden Knospen sitzen an den äussersten und letzten Jahrestrieben, wo sie ohnehin Licht genug empfangen.

Für die Frühjahrsentwicklung der Laubhölzer ist überhaupt viel wichtiger als die direkte Bestrahlung die Erwärmung des Bodens und der Wurzeln, ferner des Bauminnern und der Knospen durch das erwärmte Bodenwasser. Dies geht unzweideutig aus dem frühern Ergrünen junger oberflächlich wurzelnder von alten noch lange schlafenden überschatteten Individuen hervor. In Rotbuchenbeständen namentlich sieht man hierfür ausserordentlich charakteristische Bilder. Was nützt den Knospen die Bestrahlung, wenn sie vom Boden aus kein Wasser zugeführt bekommen. In Laboratoriumsversuchen lässt sich das freilich ausgleichen, und dann wird die Bestrahlung selbstverständlich einen gewissen Einfluss ausüben.

Es sind das Experimente, welche ohne unser Zutun uns von der Natur vorgeführt werden und die man so durchschlagend beweiskräftig gar nicht künstlich machen kann. Also: der herbstliche Laubfall unserer sommergrünen Bäume ist auch zweckmässig, weil er vor allem den Wurzeln nützt.

Ein Nutzen des herbstlichen Blattfalles dürfte vielleicht auch in der Verminderung der Ansteckungsgefahr durch Pilze sowie der Möglichkeit der Beherbergung schädlicher Tiere bestehen.

Der Einfluss der direkten Strahlung auf die Entwicklung der Laubknospen, den **WIESNER** anführt, scheint sich an einem Beispiel zu zeigen, dass ich selbst früher (l. c.), ohne an diese Erklärung zu denken, angeführt habe: nämlich dem Zusammentreffen des Hängenbleibens der abgestorbenen Blätter der Eichen über Winter mit späterem Ausschlagen im Frühjahr bei vielen der betreffenden Individuen. Ob es bei allen zutrifft, kann ich bis jetzt nicht sagen. Aber in den von mir näher untersuchten Fällen traf dieses Hängenbleiben mit längerer Lebensdauer der Blätter zusammen, so dass hier auch noch andere Möglichkeiten vorliegen, nämlich eine etwas vorschobene Periodizität. Es liesse sich übrigens sogar bei der wegen ihrer lichten Krone von Sturm und Schneedruck weniger gefährdeten Eiche an einen gewissen Schutz denken, den stehenbleibende Blätter nach verschiedener Richtung gewähren könnten. Indessen wäre dies ohne genügende Grundlage, da ja die Mehrzahl unserer Eichen die Blätter abwirft. Es stellt sich einstweilen die Erscheinung als eine Art Variation dar ohne biologische Bedeutung.

68. Fr. Thomas: Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Pilzkreises von Hydnum suaveolens Scop.

Eingegangen am 23. November 1905.

Die den Hexenkreisen der Wiesen (fairy rings) entsprechenden Kreise von Pilzen im Walde sind allbekannt, und Beobachtungen über solche von ungewöhnlicher Ausdehnung sind in der Zeitschriftenliteratur mehrfach niedergelegt. Aber bei keiner einzigen der mir bekannt gewordenen Angaben fand ich eine Schätzung des Alters des Pilzringes oder eine Feststellung über die jährliche Grössenzunahme solcher Kreise im Walde. Die Sporenträger treten eben nicht alljährlich auf; sie bleiben oft während einer Reihe von Jahren völlig aus. Ich zweifle nicht, dass schon mancher Beobachter jene Bestimmung angestrebt, aber, durch den obenerwähnten Umstand entmutigt, den Versuch aufgegeben hat.

Sehr viel leichter als im Walde sind derartige Beobachtungen ohne Zweifel an denjenigen Hexenkreisen der Wiesen anzustellen, welche mit einem Absterben des Grases verbunden sind, z. B. den von *Marasmius oreades* erzeugten. Nicht nur, dass die durch Bäume und deren Wurzeln verursachte stellenweise Verzögerung der Ausbreitung auf der Wiese wegfällt, auch das Nichterscheinen der Sporenträger hindert die Beobachtung nicht. Denn die Verfärbung des Grases genügt für eine annähernde Messung, deren Genauigkeit dann durch Verlängerung der Beobachtungszeit auf eine grössere Reihe von Jahren wieder beigebracht werden kann. Die Feststellung der Tatsache, dass die Hexenkreise der Wiese an Grösse mit den Jahren zunehmen, war ja auch der von HUTTON 1790 gemachte erste Schritt zur wissenschaftlichen Erfassung der Erscheinung. Trotzdem findet man in der neueren einschlägigen Literatur nur wiederholt die Frage nach der Wachstumsgeschwindigkeit (z. B. bei COVILLE 1898, The Plant World II, 41), aber keine Antwort auf diese Frage. Die einzige mir bekannt gewordene derartige Angabe ist bald 100 Jahre alt und steht in der grundlegenden Abhandlung des englischen Physikers und Chemikers W. H. WOLLASTON (Philosoph. Transactions 1807, P. II, 133—138). Nach drei- bis vierjähriger Beobachtung fand er die jährliche Zunahme zu 8 Zoll bis 2 Fuss engl. (rund 20 bis 61 *cm*), gibt aber nicht genauer an, für welche der von ihm bestimmten Pilze die Zahlen gelten. Auch lässt der Wortlaut seiner Mitteilung Zweifel zu, ob sich die Zahlen auf die Halb- oder Durchmesser der Kreise beziehen. — Bei künstlicher Pilzzucht werden ähnliche Feststellungen wohl gemacht worden sein; doch sind sie mir nicht bekannt.

Der grosse Pilzkreis, welcher mich 1896 zu fortlaufenden Beobachtungen anregte, wurde von *Hydnum suaveolens* Scop. gebildet und fand sich im nördlichsten Teil der Nauendorfer Gemeindewaldung oberhalb des Dorfes Gräfenhain bei Ohrdruf in den Vorbergen des Thüringer Waldes bei etwa 485 *m* Meereshöhe auf Porphyr in Fichtenbestand ohne Moosdecke. Am 14. September 1896 hatte der Pilzring eine für den Augenschein ziemlich genau kreisförmige Gestalt. Der Halbmesser betrug 8,41 *m*. An einer Stelle mass er nur 7,55 *m*; das war in der Mitte einer deutlichen Einbuchtung des Verlaufes, die einem Sektor von etwa 20° angehörte. Für die späteren Beobachtungen ist dieser Teil des Ringes nicht wieder in Betracht gekommen. Innerhalb der Peripherie fanden sich 1896 verschiedene andere Hutpilze, aber kein Exemplar von *Hydnum suaveolens*. Ich bestimmte damals den Mittelpunkt des Ringes, der freilich von dem unbekannten ursprünglichen Ausgangspunkt des Mycels etwas abweichen kann, da ein durchaus gleichmässiges Wachstum nach allen Richtungen nicht stattgefunden haben wird und ältere Hemmungen sich der Berechnung entziehen. Durch Situationsplan und durch Versenkung von Zinketiketten wurde der Mittelpunkt sowie ein nach Süden gelegenes Stück der Peripherie fixiert.

Von 1896 ab habe ich in jedem der folgenden Jahre die Stelle im Spätsommer und Herbst, meist mehrmals im Jahre, wieder aufgesucht, aber niemals eine gleich vollkommene Ausbildung des ganzen Kreises beobachtet und nur in den drei Jahren 1901, 1902 und 1905 verwendbare Aufnahmen machen können. Zu einer solchen brauchbar sah ich das Vorkommen von mindestens drei Exemplaren des Hutpilzes an, die in gerader oder nahezu gerader Linie standen, und zwar in einer Geraden, welche senkrecht zu dem vom bezeichneten Zentrum gezogenen Radius lag oder doch nur eine so geringe Abweichung von dieser Richtung besass, dass sich dieselbe durch (der Ausbreitung hinderliche) Bäume mit starken Wurzeln, welche die Oberfläche der Erde erreichten oder überragten, genügend erklärte. Ich beschränkte die Messungen in dieser Weise, um sicher zu gehen, dass die Beobachtungen nur den ursprünglichen (96er) Pilzring betrafen und nicht etwa die Fruchtträger eines anderen (jüngeren) Zentrums.

Wünschenswert wäre es gewesen, den Fortschritt auf einem und demselben Radius messen zu können. Die einzigen drei brauchbaren Beobachtungen fielen aber auf Radien von verschiedener Richtung (aber alle im südlichen Halbkreise gelegen). Weil nun die Wachstumshemmung durch Bäume usw. keine stetige ist und in dem einen Jahr für den einen, in einem anderen für einen anderen

Radius sich geltend macht, können die drei erhaltenen Zahlen untereinander nicht verglichen werden. Aber die Übereinstimmung der Resultate, welche die Vergleichung jeder der drei Messungen mit der ersten (vom Jahre 1896) ergibt, ist grösser, als ich erwartet habe und kann wohl als ein Beweis für die Brauchbarkeit des Ergebnisses zur Berechnung des Ringalters angesehen werden.

Die Messungen lieferten folgende Werte:

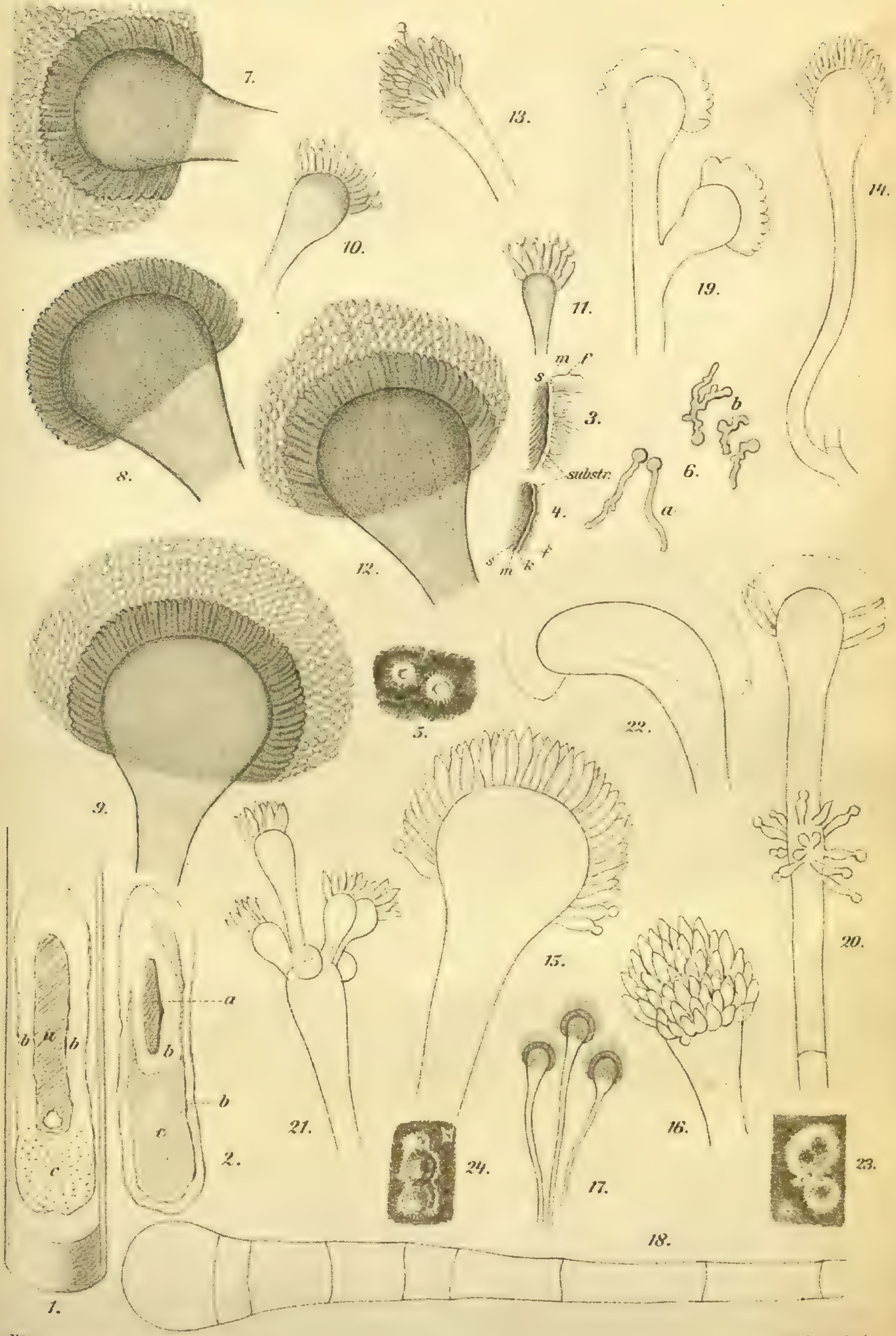
	Beobachtungsjahr	Radius in Metern	Zunahme gegen 1896	Jahreszunahme
1.	1896	8,41	—	—
2.	1901	9,54	1,13 : 5 =	0,226
3.	1902	9,92	1,51 : 6 =	0,252
4.	1905	10,36	1,95 : 9 =	0,217

Sie ergaben also 23, 25 und 22 *cm* oder im Durchschnitt 23 *cm* Jahreszunahme des Radius. Demnach würde das Alter des Ringes jetzt auf etwa 45 Jahre oder für die Zeit der Auffindung (1896) auf 36 Jahre zu schätzen sein.

Der Fichtenbestand ist nachweislich älter als der Pilzkreis nach dieser Berechnung, aber die Bäume sind infolge des äusserst flachgründigen Standortes extrem langsam gewachsen. Bei dickerer Humusschicht möchte wohl auch die Wachstumsgeschwindigkeit des Pilzmycels grösser sein als die oben gefundene.

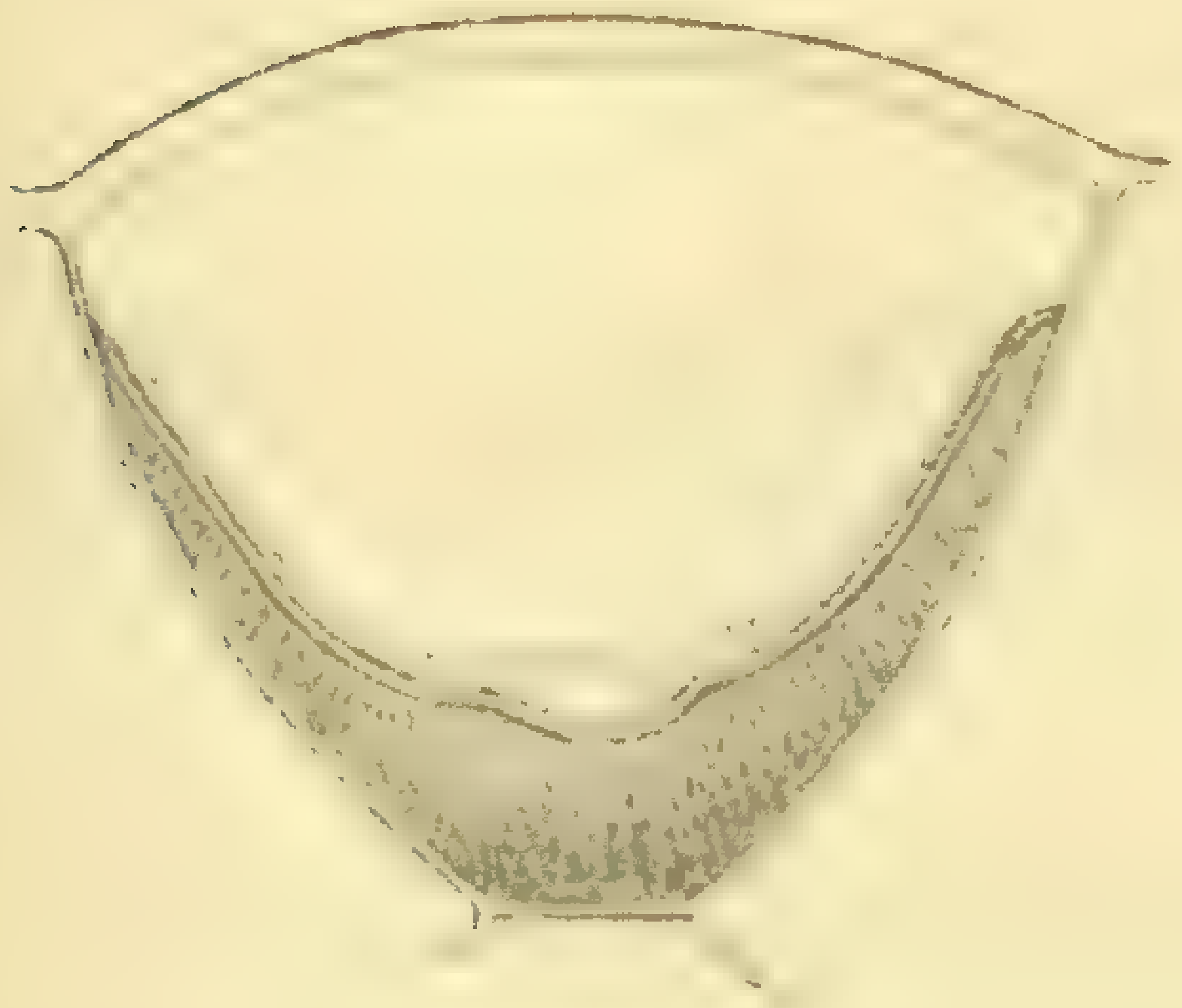
Ich bemerke noch, dass wie 1896 so auch in den folgenden Jahren und selbst in dem nassen, an Hutpilzen äusserst reichen September 1905 auf der jetzt etwa 340 *qm* grossen Fläche innerhalb der Peripherie kein einziger Fruchtkörper von *Hydnum suaveolens* erschienen ist, ganz entsprechend der WOLLASTON'schen Erschöpfungstheorie.

Ohrdruf in Thüringen.

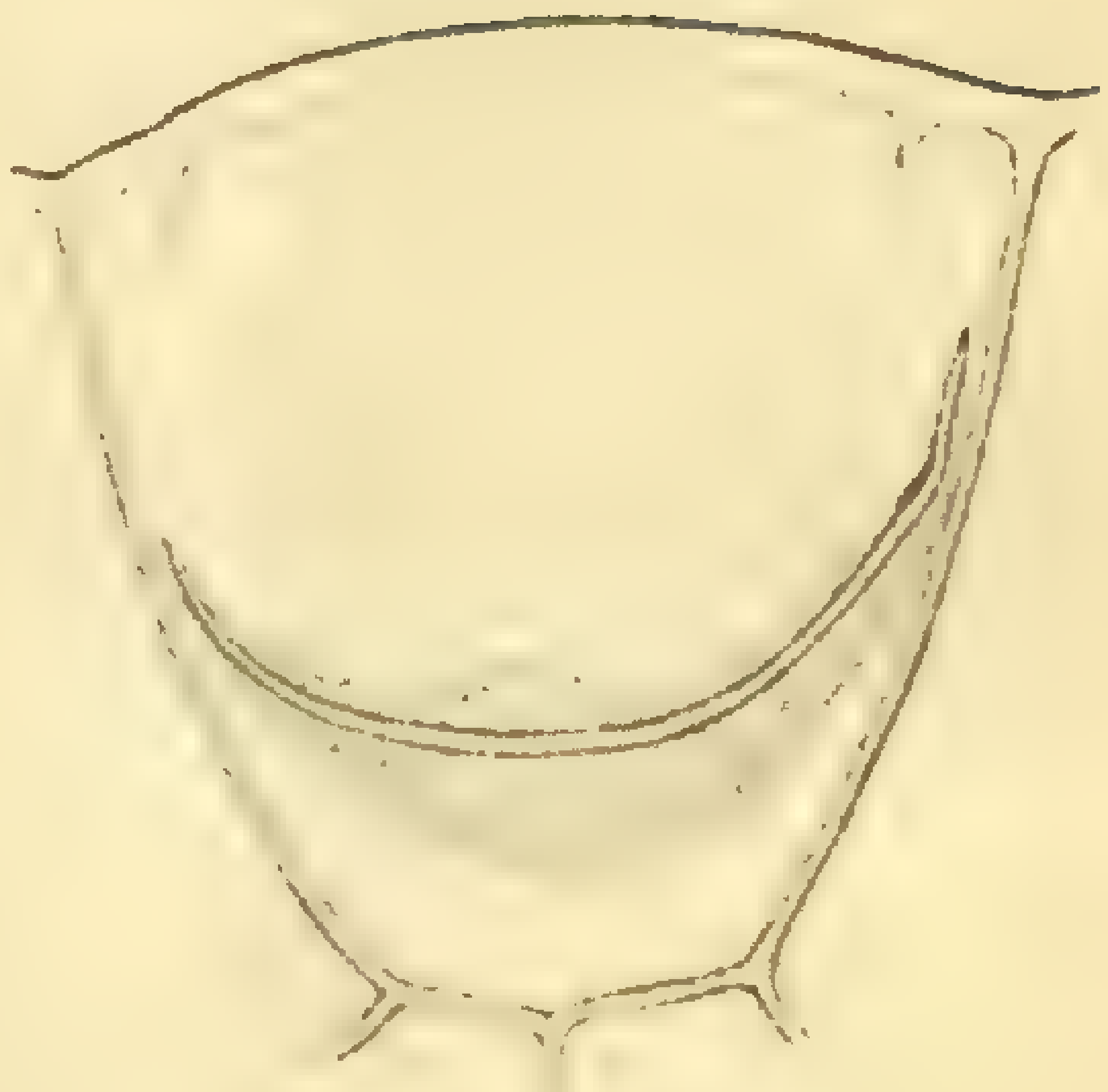

7.
13.
14.
10.
19.
11.
m f
s
3.
subst.
8.
6.
b
a
4.
12.
s m k f
22.
5.
9.
15.
20.
21.
a
b
u
b
b
b
c
c
2.
16.
17.
24.
23.
18.
1.

F. Blumentritt gez. [illegible]

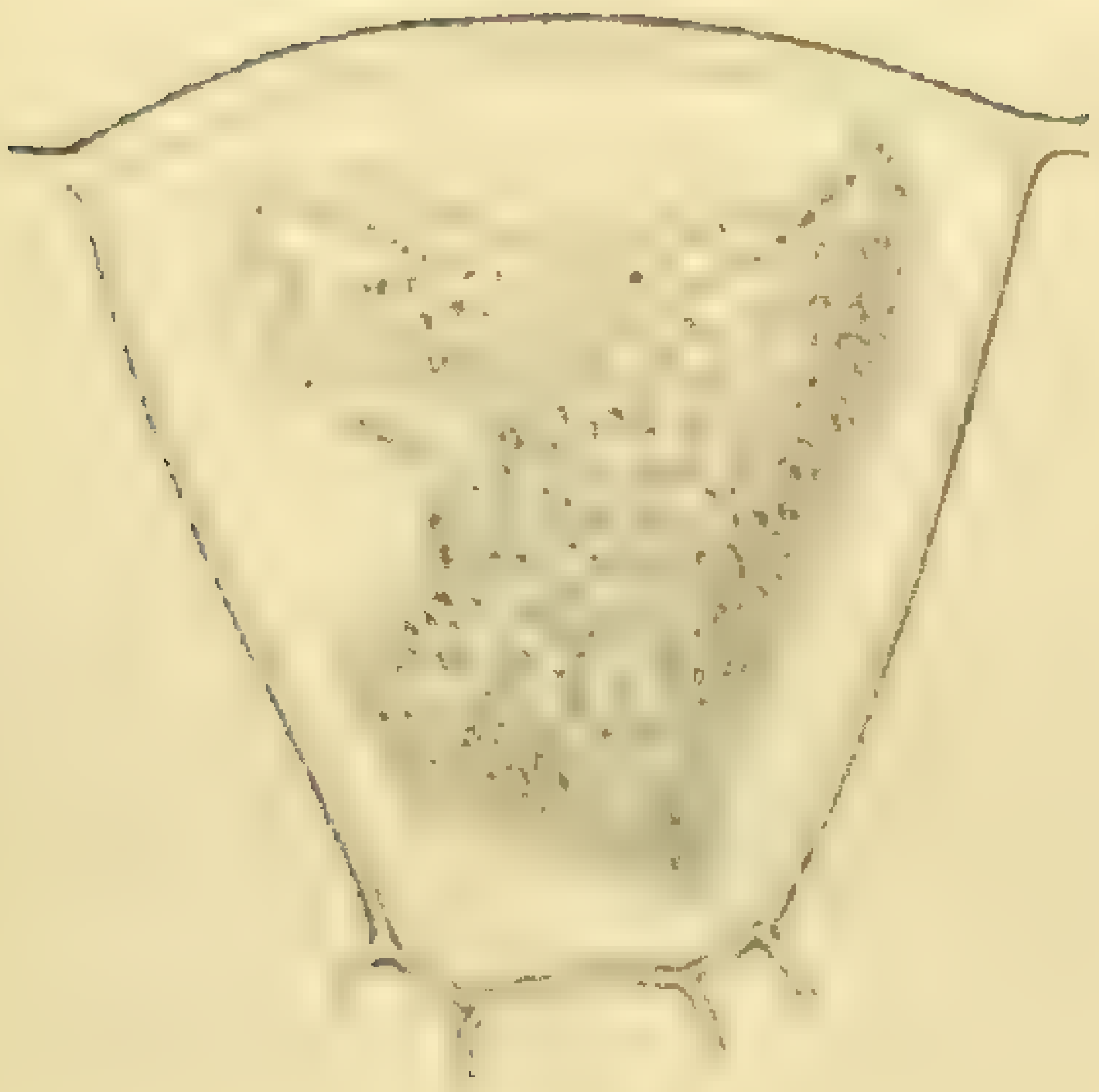
1.



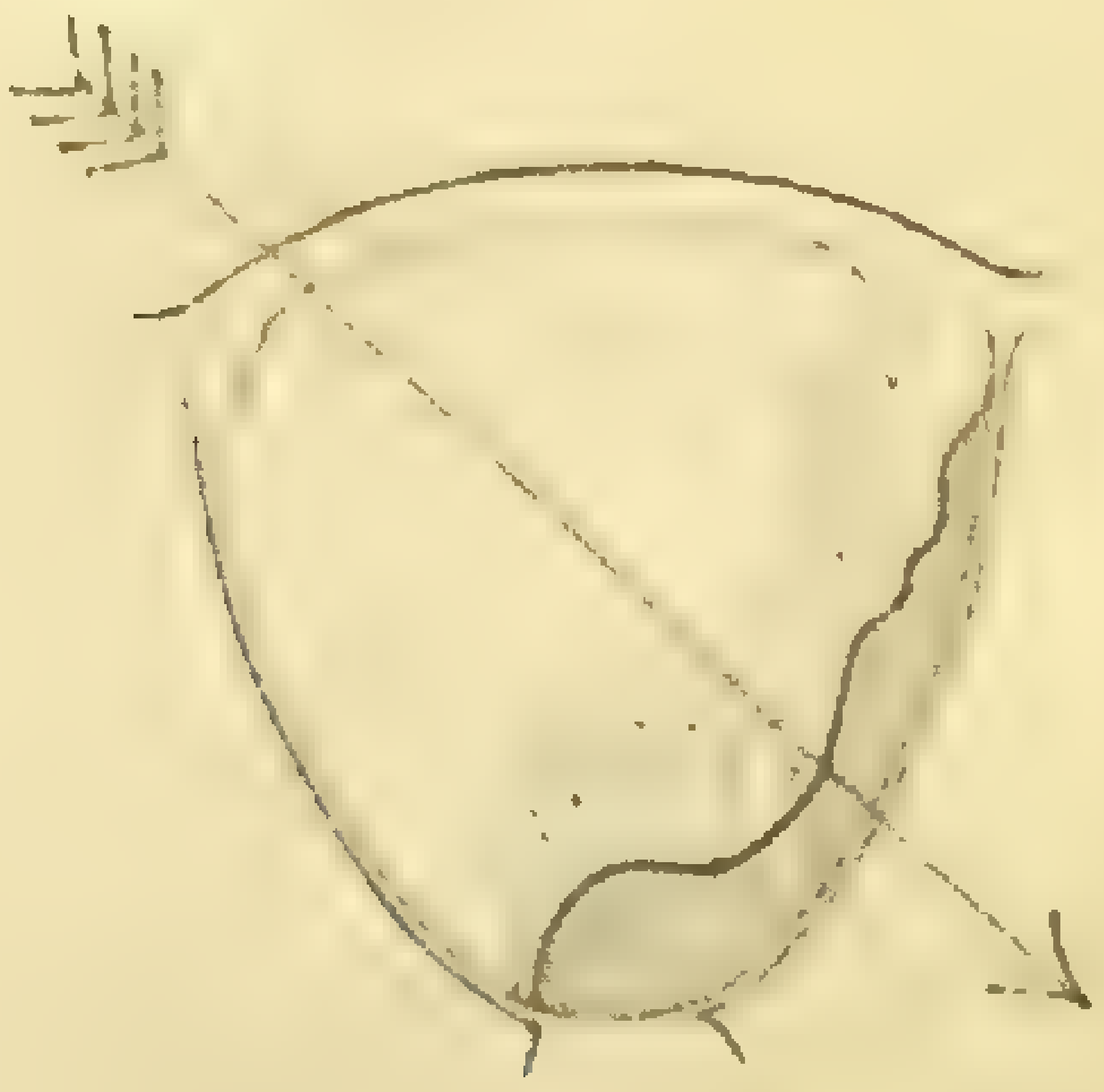
2.



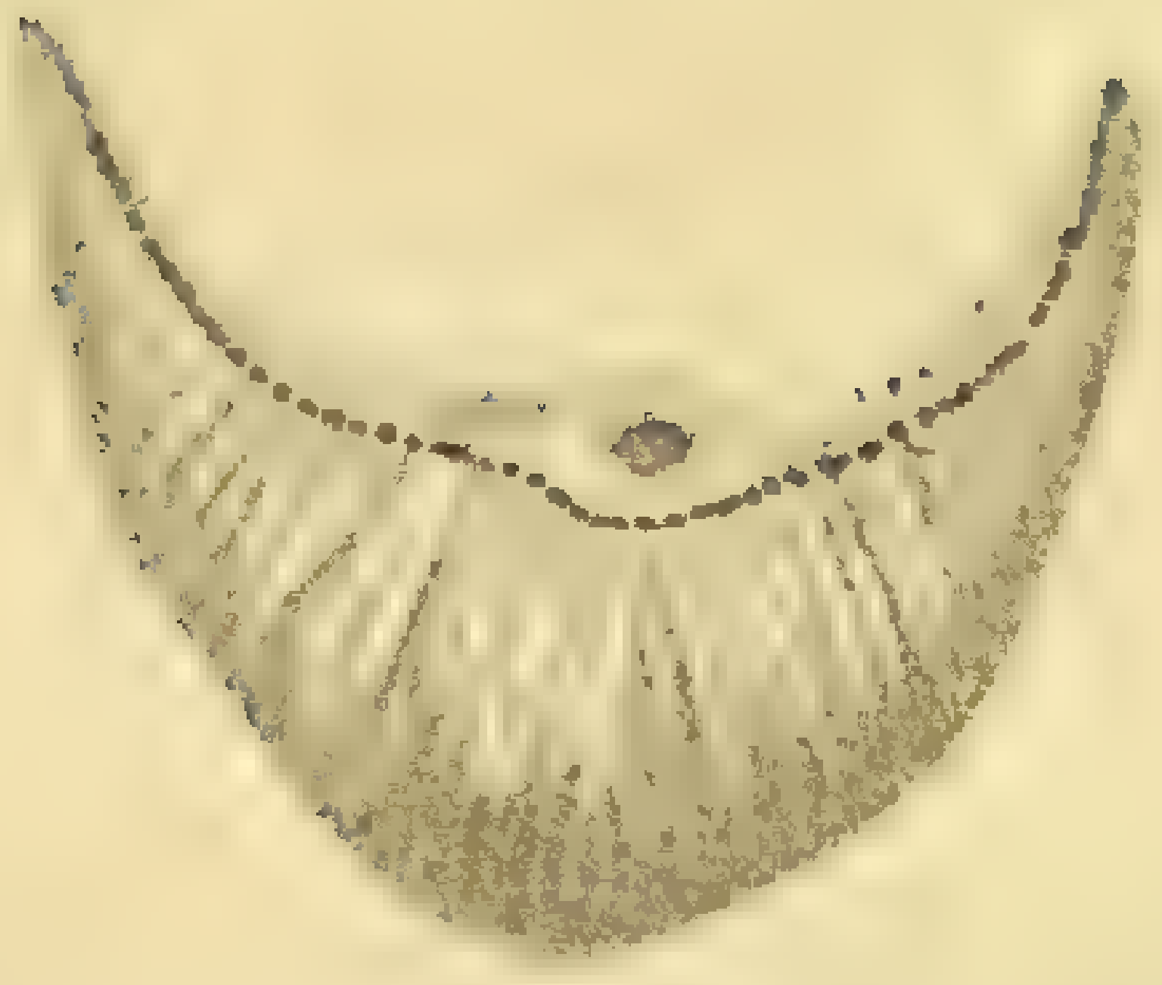
3.



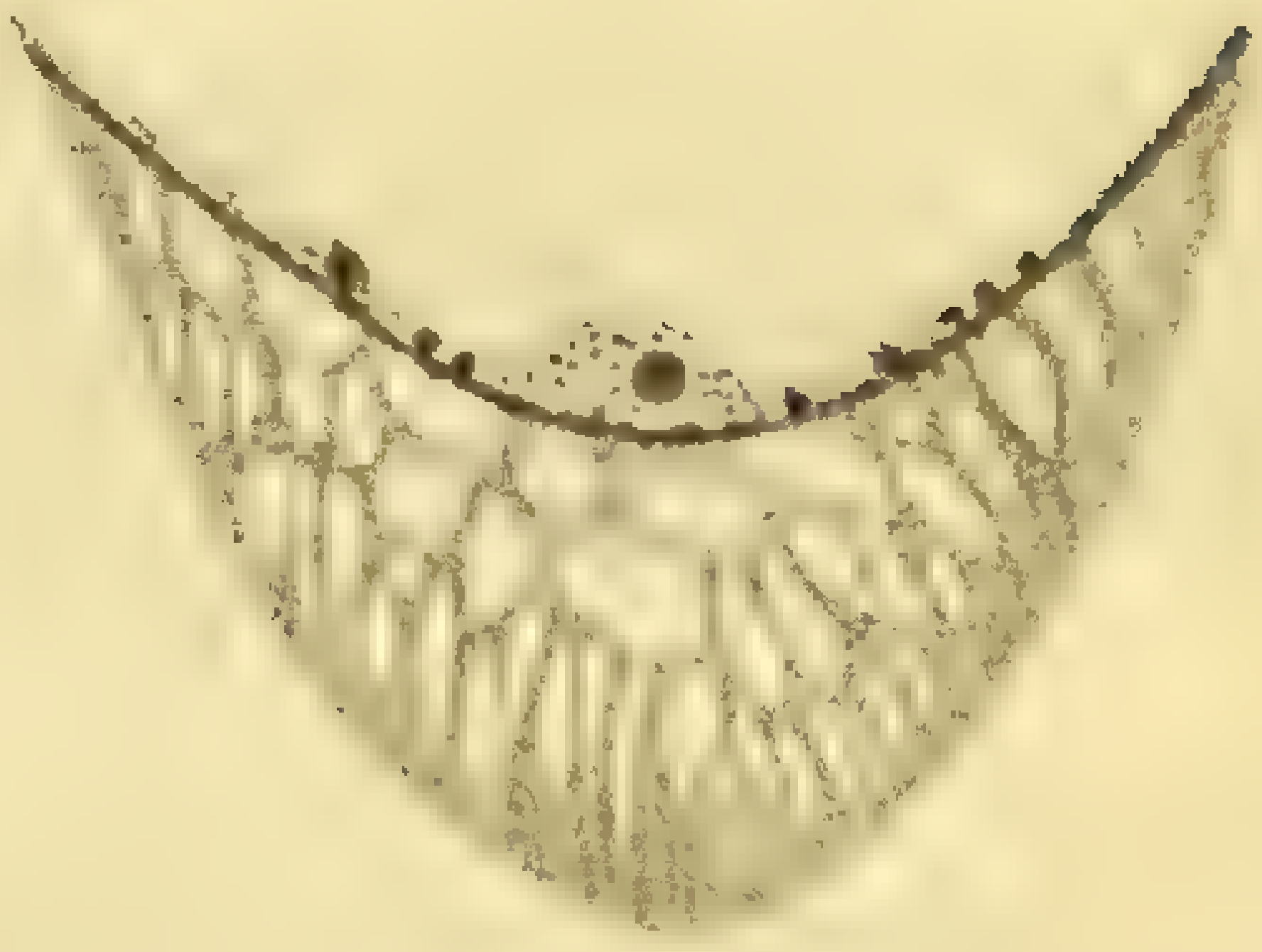
4.



5.



6.



G. Haberlandt del. *E. Laue lith.*

Da der Vorsitzende der wissenschaftlichen Sitzungen im Jahre 1906, Herr Geheimrat Engler, auf einer längeren Reise begriffen ist, werden die Herren Autoren ersucht, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** bis auf weiteres an den ersten Stellvertreter des Vorsitzenden Herrn Geheimrat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1906.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Engler, Vorsitzender; Kny, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauerstrasse 29

Soeben erschien:

ÜBER
VERERBUNGSGESETZE

VORTRAG

GEHALTEN IN DER GEMEINSCHAFTLICHEN SITZUNG DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN UND DER MEDIZINISCHEN HAUPTGRUPPE DER VERSAMMLUNG DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE IN MERAN AM 27. SEPTEMBER 1905

VON

C. CORRENS
A. O. PROFESSOR DER BOTANIK IN LEIPZIG

MIT 4 ABBILDUNGEN

Preis kartonniert 1 Mk. 50 P

Im Mittelpunkt des Vortrages stehen die drei von Mendel entdeckten Gesetzmässigkeiten, die Prävalenzregel, die Spaltungsregel und das Gesetz von der Selbständigkeit der Merkmale. Daran schliessen sich einige ganz einfache, durch Tafeln illustrierte Beispiele, an denen das Zusammenwirken der drei Gesetze und ihre Ableitung gezeigt werden kann, ferner ein Hinweis auf kompliziertere Fälle und eine Anzahl naheliegender Fragen: so die nichtspaltenden Bastarde, der Gültigkeitsbereich der Spaltungsregel, die Anwendung auf den Menschen. Voraus gehen einleitende Bemerkungen über die Abgrenzung des zu behandelnden Gebietes auf die Übertragung der elterlichen Merkmale auf die Nachkommen, die verschiedenen Ursachen der Variabilität und die Bedeutung, die gerade das Studium der Pflanzenbastarde für die Vererbungsfragen besitzt. Am Schluss wird das Galtonsche Vererbungsgesetz und seine Beziehungen zu den Mendelschen Gesetzen, ferner eine Reihe mehr in lockerem Zusammenhange stehender Fragen, der Einfluss des Geschlechtes, die Xenien und die Pfropfbastarde, kurz besprochen.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905. HEFT 10.

BERICHTE

DER

DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

HEFT 10.

MIT TAFEL XXI.

AUSGEGEBEN AM 24. JANUAR 1906.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1905.

Inhaltsangabe zu Heft 10.

Seite

Sitzung vom 29. Dezember 1905 479

Mitteilungen:

69. **Ewert:** Weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze. (Vorläufige Mitteilung) 480
70. **M. Möbius:** Über Rhaphiden in Epidermiszellen. (Mit einer Abbildung) 485
71. **E. Jahn:** Myxomycetenstudien 489
72. **W. Zopf:** Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten. I. (Mit Tafel XXI) 497
73. **L. Jost:** Zur Physiologie des Pollens 504
71. **Ewert:** Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von Gloeosporium Ribis (Lib.) Mont. et Desm. (Vorläufige Mitteilung) 515

Nächste Sitzung der Gesellschaft in Berlin:

Freitag, den 26. Januar 1906,

abends 7 Uhr,

im Hörsaale des Schwendener'schen Botanischen Instituts,

Dorotheenstr. 5, I.

Sitzung vom 29. Dezember 1905.

Vorsitzender: Herr L. KNY.

Als ordentliche Mitglieder sind vorgeschlagen die Herren:

Beckmann, Paul, stud. rer. nat., in **Schöneberg** bei Berlin, Erdmannstr. 9 (durch G. LINDAU und E. GILG),

Colling, Dr. **J. T.,** in **Berlin,** Botanisches Institut der Universität (durch S. SCHWENDENER und E. BAUR),

Esser, Dr. **P.,** Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln** (durch CARL MÜLLER und L. KNY),

Timpe, Dr. **H.,** Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel,** Am Weiher 29 (durch E. ZACHARIAS und H. KLEBAHN),

Zang, Dr. **Wilhelm,** in **Hohenheim** bei Stuttgart (durch A. HANSEN und O. KIRCHNER).

Zu ordentlichen Mitgliedern sind proklamiert die Herren:

Kamberský, Dr. **O., Troppau,**
Ladurner, Arthur, in **Meran,**
Leiblinger, Dr. **G.,** in **Czernowitz,**
Porsch, Dr., in **Wien,**
Steiner, Rudolf, in **Prag.**

Der Vorsitzende macht der Gesellschaft Mitteilung von dem Ableben ihres ordentlichen Mitgliedes, des Apothekenbesitzers

Medizinalrat Dr. **Mankiewicz**

in Posen. Um das Andenken des Verstorbenen zu ehren, erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen.

Wahlbericht.

An der diesjährigen Abstimmung haben sich 205 Mitglieder beteiligt. Von den eingesandten Wahlzetteln waren jedoch 13 ungültig, weil der Gewählte in keiner Weise bezeichnet war. Von den 192 gültigen Stimmen haben erhalten:

1. bei der Wahl des Präsidenten:
   SCHWENDENER 172, PFEFFER 20;
2. bei der Wahl des Stellvertreters:
   HABERLANDT 132, PFITZER 58, PFEFFER 1, RADLKOFER 1.

Dieses Wahlergebnis ist von Herrn O. REINHARDT geprüft und richtig befunden worden.

Als Präsident der Gesellschaft für das Jahr 1906 ist also SCHWENDENER, als Stellvertreter des Präsidenten HABERLANDT gewählt. Beide haben die Wahl angenommen.

Berlin, im Dezember 1905.

S. SCHWENDENER.

Mitteilungen.

69. Ewert: Weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze.

Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 26. November 1905.

In meiner Arbeit: „Der wechselseitige Einfluss des Lichtes und der Kupferkalkbrühe auf den Stoffwechsel der Pflanze“[1]) war ich zu dem Resultate gekommen, dass der physiologische Einfluss der Kupferkalkbrühe in einer Gift- und Schattenwirkung besteht und eine Hemmung der Assimilationstätigkeit, des Stoffwechsels, der Atmungstätigkeit und der Transpiration zur Folge hat. Dementsprechend hatten in besonderen Vegetationsgefässen ausgeführte vergleichende Vegetationsversuche für die gekupferten Pflanzen eine Mindederernte ergeben.

Meine neueren Untersuchungen vom Jahre 1905 hatten speziell zur Aufgabe festzustellen, ob nicht unter Bedingungen, wie sie auf freiem Felde herrschen, gelegentlich durch Bespritzen mit Kupferkalkbrühe wenigstens ein relativer Erfolg zu erzielen ist. Die hierbei in Betracht gezogenen Gesichtspunkte waren die folgenden:

---

[1]) Erschienen ist dieselbe in den Landwirtschaftlichen Jahrbüchern 1905.

1. Bei Wassermangel im Boden kann die Kupferkalkbrühe als Transpirationsschutzmittel dienen und somit unter Umständen für die Erhaltung des Pflanzenlebens von Bedeutung sein. (Bei meinen früheren Versuchen wurde die Feuchtigkeit des Bodens in den Vegetationsgefässen stets auf optimaler Höhe erhalten).
2. Es wäre möglich, dass für gewisse Pflanzen, auch wenn sie den notwendigen Wasservorrat im Boden vorfinden, gelegentlich unter unseren Breiten das Lichtoptimum überschritten wird.
3. Durch Regenwasser wird das Kupfer der Brühe in Lösung gebracht, so dass es in Spuren in das Blatt eindringt und so erst eine begünstigende Reizwirkung ausübt. (Bei meinen früheren Versuchen habe ich das Benetzen der Blätter durch Regen zumeist absichtlich vermieden.)
4. Der Kalk der Brühe wird durch den Regen abgewaschen und gelangt auf den Boden. (Auch diese Möglichkeit war bei meinen früheren Versuchen ausgeschlossen).

Ferner habe ich noch festzustellen gesucht, inwieweit etwa der physiologische Einfluss die fungicide Wirkung der Bordeauxbrühe zu unterstützen vermag. Schliesslich habe ich auch die RUHLAND'schen Versuche[1]), welche das Eindringen des Kupfers in die Pflanze zum Gegenstande haben, nachkontrolliert.

Zur Lösung der Fragen 1 und 2 habe ich Vegetationsversuche mit Buschbohnen und einigen anderen Pflanzen ausgeführt, deren Ergebnis war, dass ein neutraler Schatten — feinmaschige Gaze — nur dann bei der Buschbohne einen relativen[2]) Mehrertrag bewirkte, wenn sich zwischen Wasseraufnahme und Abgabe ein derartiges Missverhältnis einstellte, dass Erscheinungen, die man als Sommerdürre zu bezeichnen pflegt, eintraten. Diese günstige Wirkung der Beschattung konnte indessen nach entsprechend angestellten Versuchen nicht durch den Einfluss der Bordeauxbrühe ersetzt werden. Die Möglichkeit ist indessen nicht von der Hand zu weisen, dass unter bestimmten Umständen[3]) auch die an den Blättern haftende Kupferkalkkruste sich in gleicher Weise nützlich machen könnte. Ein derartiger Erfolg wäre dann aber nicht einer Förderung, sondern nur einer Erhaltung der Lebensfunktionen der Pflanze zuzuschreiben.

Durch zeitweises Bespritzen der bordelaisierten Pflanzen mit Regenwasser konnte keine günstige Reizwirkung hervorgerufen

---

1) Vergl. RUHLAND, Zur Kenntnis der Wirkung des unlöslichen basischen Kupfers auf Pflanzen mit Rücksicht auf die sogenannte Bordeauxbrühe. Arbeiten aus der Biol. Abt. für Land- und Forstwirtschaft, Bd. IV, Heft 2, 1904.

2) Anm. des Verf.: Auch die Blätter der beschatteten Pflanzen wurden bereits zur Blütezeit gelb und fielen vorzeitig ab.

3) Anm. des Verf.: Es käme hier hauptsächlich eine sprunghaft sich ändernde Witterung in Betracht. Vergl. meine Arbeit: „Der wechselseitige Einfluss usw.," S. 275.

werden. Es wurden zu diesem Zwecke Kartoffeln mit eisenhaltiger 4-, 3-, 2- und 1prozentiger, ferner Radieschen mit 4- und 2prozentiger Kupferkalkbrühe behandelt. Je konzentrierter die Brühe, um so grösser war die Ertragserniedrigung[1]). Nur die mit 1prozentiger Brühe behandelten Kartoffeln hatten gegenüber den unbehandelten Pflanzen einen Mehrertrag ergeben. Im letzteren Falle war die schädliche Wirkung der Brühe wahrscheinlich deswegen nicht zur Geltung gekommen, weil die Auftragung derselben erst sehr spät und nur einmal erfolgte.

Äusserlich machte sich der üble Einfluss der Kupferkalkbrühe wieder dadurch geltend, dass das vegetative Wachstum der bordelaisierten Pflanzen in auffälliger Weise gehemmt war. Bemerkt sei auch noch, dass ich Kartoffeln und Radieschen häufig zum Welken kommen liess, damit sich eventuell die Kupferkalkbrühe als Schutzmittel gegen übermässige Transpiration dienlich erweisen könnte.

Der vom Regenwasser herabgespülte Kalk konnte sich speziell beim Radieschenversuch mit dem Boden vermischen, aber eine Erhöhung der Ernte wurde, wie schon oben erwähnt, dadurch nicht bewirkt.

Bei der Bekämpfung der durch *Gloeosporium Ribis* hervorgerufenen Blattfallkrankheit der Johannisbeere suchte ich speziell zu ermitteln, ob dabei auch die Schattenwirkung der Kupferkalkbrühe eine Rolle spielt[2]). Nach dem Ergebnis meiner Versuche kommt in diesem Falle indessen nur der Kupfergehalt der Brühen in Betracht. Der Saft der Beeren, sowohl der mit 1prozentiger Kupferkalkbrühe, als auch der mit 1prozentiger, einen ganz geringen Belag auf den Blättern zurücklassenden Kupferacetatlösung behandelten Sträucher, war um $2^1/_2$—3 pCt. zuckerreicher und wies einen um 7—9° (nach OECHSLE) höheres Mostgewicht auf wie der Beerensaft unbehandelter und daher erkrankter Sträucher der gleichen Sorte. Das Kupfer erwies sich daher im Kampfe gegen das *Gloeosporium* ebenso erfolgreich, wie gegen die *Plasmopara* beim Weinstock.

Zur Lösung der Frage, welche Umstände das Eindringen des Kupfers der Bordeauxbrühe in die Pflanze ermöglichen, habe ich ebenfalls durch eine Reihe von Versuchen beigetragen. Hielt ich genau die Versuchsbedingungen inne, unter denen RUHLAND gearbeitet hat — derselbe liess 2 *l* Wasser auf kleine Mengen reines Kupferhydroxyd einwirken — so kam ich wie genannter Autor zu dem Ergebnis, dass das lösende Agens die vom Wasser absorbierte Kohlensäure ist. Unter natürlichen Verhältnissen kann indessen schlechterdings nicht mehr Regenwasser auf das Kupfer einer bordelaisierten Pflanze einwirken, als Regentropfen an den Blättern derselben zu haften vermögen. Brachte ich in diesem Verhältnis das Kupfer der Bordeauxbrühe und Wasser zusammen, so ist es mir bisher nicht gelungen, in der auf wenige Centimeter eingeengten Lösungsflüssigkeit in unzweideutiger Weise mit Hilfe der Ferrocyankaliumreaktion Kupfer nachzuweisen. Selbst wenn ich z. B. 1.4 *g* einer zehn Tage alten, mithin vollkommen karbonisierten Kupferkalkkruste mit 80 *ccm* Regenwasser übergoss und diese Menge Wasser neunmal innerhalb eines Monats erneuerte, so ergab die vereinigte dekantierte und filtrierte Flüssigkeit, entsprechend eingedampft und angesäuert, keine deutliche Kupferreaktion. Da nun in bordelaisierten Pflanzen nach Ablösung der äusseren Kupferkalkkruste verschiedentlich Kupfer in deutlichen Spuren nachgewiesen ist und RUHLAND selbst z. B. 0.48 *mg* gefunden hat, so stehen diese Ergebnisse zu der Löslichkeit des Kupfers der Bordeauxbrühe in der hier in Betracht zu ziehenden Wassermenge in keinem richtigen Verhältnis. Schon aus diesem Grunde bin ich in Übereinstimmung mit BAIN und CLARK geneigt, für das Eindringen des Kupfers in die Pflanze aus den Blättern austretende Diffusionsstoffe mit verantwortlich zu machen.

---

[1]) Anm. des Verf.: Auch mit 1prozentiger Brühe behandelte Buschbohnen ergaben einen geringeren Ertrag wie mit 2prozentiger Brühe behandelte.

[2]) Anm. des Verf.: Nach meinen bisherigen Beobachtungen greift die *Phytophthora* beschattete Kartoffeln langsamer an. Vergl. EWERT, „Der wechselseitige Einfluss usw.," S. 243 und 244.

In einer veröffentlichten Abhandlung hat meine Auffassung von der physiologischen Wirkung der Kupferkalkbrühe bisher noch keinen Widerspruch gefunden. Wohl aber hat mir Herr Geheimrat ADERHOLD, zum Teil im Einklang mit seinen früheren Publikationen über den gleichen Gegenstand, mündlich etwa die folgenden Einwendungen gemacht:

1. Die Kartoffel ist überhaupt keine geeignete Versuchspflanze: es ist schon längst bekannt, dass die Kartoffel gegen Kupfermittel sehr empfindlich ist. Nur bei einigen Sorten übt die Kupferung einen günstigen Reiz aus. Auf dem Dahlemer Versuchsfelde haben 35 Kartoffelsorten bei Behandlung mit Bordeauxbrühe einen Minderertrag, nur 3 Sorten einen Mehrertrag ergeben.

2. Als Versuchspflanzen müssten der Apfel, die Birne oder der Weinstock gewählt werden.

3. Meine Versuchspflanzen hätten mit Wasser bespritzt werden müssen, damit das Kupfer gelöst wird und somit seine günstige Reizwirkung ausüben könnte.

4. Man darf nicht Atmung und Assimilation in Beziehung zueinander bringen, wie ich es getan habe. Die Atmungstätigkeit kann auch durch schwache Giftwirkung der Bordeauxbrühe angeregt werden.

Hierauf sei von mir das Folgende erwidert:

Ist die Kartoffel überhaupt eine ungeeignete Versuchspflanze, so fällt damit gerade das Fundament weg, auf welchem sich vornehmlich die Hypothese der Reizwirkung des Kupfers aufbaute. Wenn ADERHOLD aus der Tatsache, dass von 38 Kartoffelsorten 3 einen Mehrertrag bei der Behandlung mit Kupferkalkbrühe ergaben, schliesst, dass im letzteren Falle das Kupfer die günstige Wirkung ausgeübt hat, so ist dieser Schluss ein sehr gezwungener. Viel plausibler ist die Annahme, dass ein solches Ergebnis durch die bei einem Feldversuche nicht zu vermeidenden Versuchsfehler bedingt ist. Selbst bei meinen in Vegetationsgefässen mit grösster Sorgfalt ausgeführten Vegetationsversuchen haben bordelaisierte Kartoffeln gelegentlich einmal einen Mehrertrag geliefert.

Im übrigen war bis zu der Zeit, in welcher ich meine Arbeiten über den vorliegenden Gegenstand begann, die von FRANK und KRÜGER aufgestellte Behauptung der Reizwirkung des Kupfers auf die Kartoffelpflanze noch nicht widerlegt worden.

Die Kartoffel war für meine Versuche speziell deswegen eine sehr geeignete Versuchspflanze, weil der grössere oder geringere Knollenansatz gleichzeitig einen Massstab für den mehr oder weniger lebhaften Stoffwechsel abgab. Vor allen Dingen sei aber noch besonders darauf hingewiesen, dass mir bei den Kartoffeln nicht nur durch halbseitiges Bestreichen von Blättchen mit Kupferkalkbrühe, sondern auch mit Kalkbrühe allein unzweideutig der Nachweis gelungen ist, dass nach sonnigen Tagen die Stärke in der belegten Blatthälfte langsamer gebildet und langsamer abgeführt wird[1]. Sind nun die Kartoffelblätter auch gegen Kalk besonders empfindlich? Im übrigen sind meine Untersuchungen keineswegs allein an Kartoffeln angestellt. Auch in Bohnen-, Wein- und Lindenblättern erleidet die Abführung der Assimilate unter den gleichen Umständen eine Hemmung. Diese Versuche sind so leicht nachzukontrollieren, dass es wohl nicht mehr lange dauern wird, bis die wahre Erkenntnis zum Durchbruch kommt.

Vorläufig ist auch nicht einzusehen, warum Birn- und Apfelblätter, soweit es sich nicht um verschiedene Grade der schädlichen Wirkung der Kupferbrühen handelt, sich anders verhalten sollen wie Kartoffel-, Bohnen-, Wein- und Lindenblätter.

Bezüglich Punkt 3 habe ich oben bei Anführung meiner Versuche vom Jahre 1905 bereits gezeigt, dass bordelaisierte und zeitweilig mit Regenwasser benetzte Pflanzen ebenfalls Mindererernten liefern.

---

[1] Näheres über die angewandte Methode siehe EWERT, „Der wechselseitige Einfluss usw.," S. 286.

Bezüglich Punkt 4 sei nur bemerkt, dass die Behauptung, dass die Atmung der Pflanze von ihrer Assimilationstätigkeit abhängig ist, in den bekannteren pflanzenphysiologischen Werken[1]) zu finden ist. Ich habe diesen Satz nur sinngemäss bei der Deutung meiner Versuchsergebnisse angewandt. Wenn ADERHOLD die Richtigkeit desselben nicht anerkennt, so möge er seine Unrichtigkeit beweisen. Für die Annahme, dass das Kupfer die Atmungstätigkeit chlorophyllführender Organe beleben kann, ist ADERHOLD bisher ebenfalls den Beweis schuldig geblieben.

So förderlich eine Kritik für die wissenschaftliche Erkenntnis sein mag, so haben ADERHOLD's Einwendungen vorläufig den Mangel, dass sie einer experimentellen Unterlage entbehren.

Da mündliche Äusserungen leicht zu Missverständnissen führen können, so wäre es angebracht, wenn ADERHOLD seinen Standpunkt in einer Druckschrift niederlegte. Im Interesse der Sache ist eine baldige allseitige Klarstellung des vorliegenden wissenschaftlichen Problems sehr erwünscht; denn durch Anwendung konzentrierter Brühen, die SCHANDER, sonniges Wetter für längere Zeit voraussetzend, empfiehlt, und durch Bespritzen der bordelaisierten Pflanzen mit Wasser, das ADERHOLD für den Eintritt der Reizwirkung für nötig zu halten scheint, kann nach meinen Untersuchungen die unbestritten günstige fungicide Wirkung der Kupferbrühen gerade aufgehoben werden.

Proskau, den 25. November 1905.

70. M. Möbius: Über Rhaphiden in Epidermiszellen.

Mit einer Abbildung.

Eingegangen am 7. Dezember 1905.

Nach KOHL[2]) sind Rhaphiden in der Epidermis noch nicht beobachtet wurden. Sollten nun auch in neuester Zeit Ausnahmen von dieser Regel konstatiert worden sein, so sind sie doch so selten, dass die einzelnen Fälle erwähnt zu werden verdienen, besonders wenn es sich, wie in dem vorliegenden Falle, um eigens als Träger der

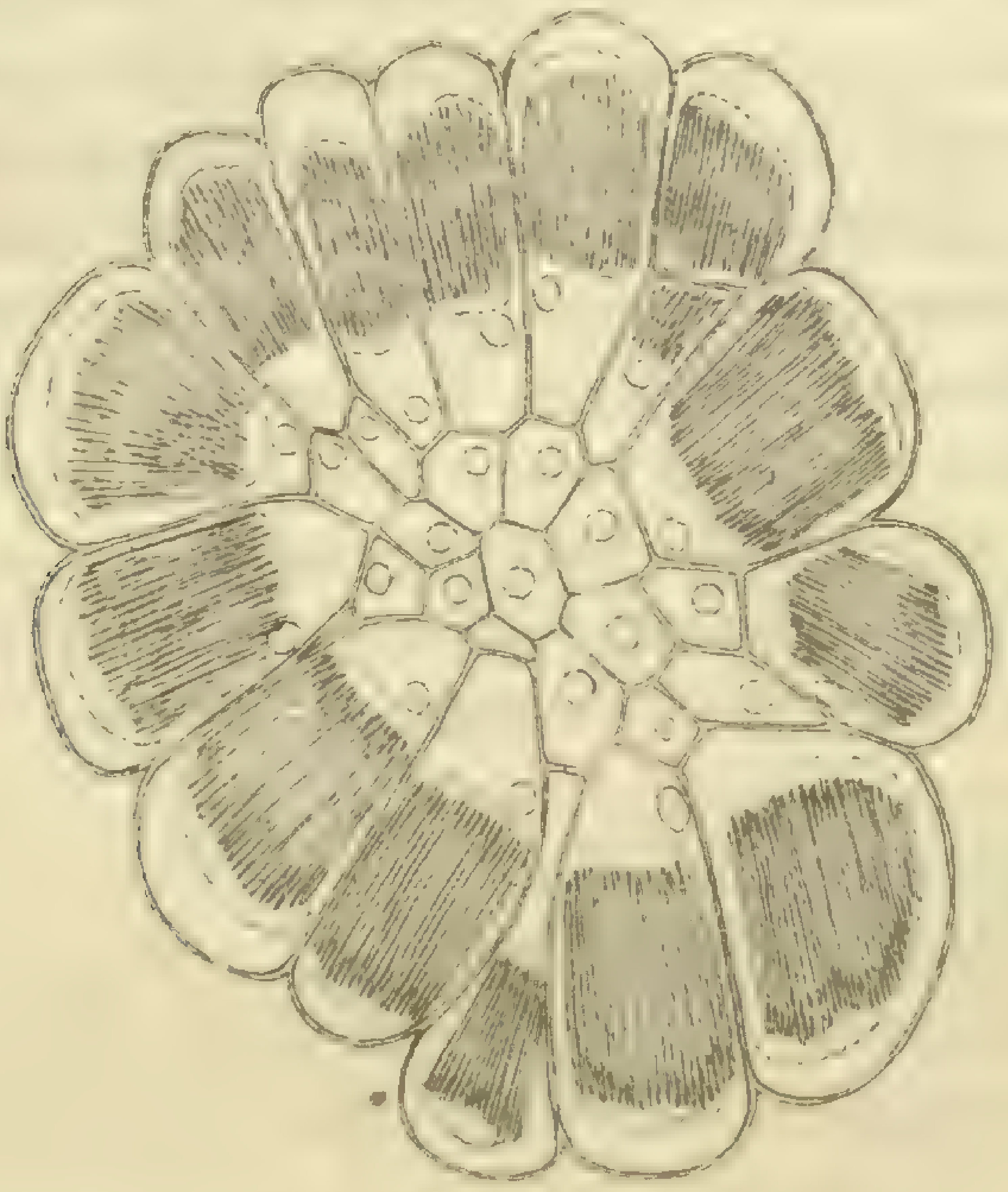
---

[1]) Vergl. PFEFFER, Pflanzenphysiologie, 2. Aufl., I. Bd., S. 574, und DETMER, Das pflanzenphysiologische Praktikum, 1881, S. 181.

[2]) Anatomisch-physiologische Untersuchung der Kalksalze und Kieselsäure in der Pflanze. Marburg 1889. S. 92.

Rhaphiden anzusehende Organe in Gestalt von Schuppenhaaren handelt. Ich fand diese Gebilde bei der Untersuchung der Entwicklung der Kokosnuss, worüber ich später berichten will, und zwar auf den jungen Fruchtanlagen.

Als ich aus der noch geschlossenen weiblichen Blüte von *Cocos nucifera* das Pistill herausgeschält hatte, fiel mir auf, dass dessen Scheitel mit einer Menge glänzender Pünktchen besetzt war. Ich schabte eine Portion ab und fand bei der Betrachtung mit dem Mikroskop, dass es sich um Gruppen von relativ grossen Rhaphidenzellen handelte. Querschnitte zeigten, dass diese Zellen büschelweise aus der Epidermis hervorragten; ob es aber ursprüngliche Epidermiszellen oder, wie ich anfangs vermutete, nachträglich herausgeschobene Rindenzellen seien, liess der fertige Zustand nicht erkennen. Zum Glück — denn noch jüngere Blüten standen mir nicht zu Gebote — konnte die ganze Entwicklungsgeschichte an demselben Fruchtknoten, ja beinahe an einem mikroskopischen Schnitt verfolgt werden, wenn man den Fruchtknoten weiter unten, wo er noch in Streckung begriffen ist, untersucht.



Schuppenhaar des Fruchtknotens von *Cocos nucifera* von oben gesehen, in jungem Zustand, nach vollständiger Ausbildung der Rhaphiden.

Es zeigt sich, dass sich dort zuerst ein Schuppenhaar bildet, das an die bekannten Trichome von *Hippophaë* und dergleichen erinnert, meistens aber nicht in der Mitte gestielt ist, sondern sich etwas exzentrisch entwickelt, und zwar so, dass die geförderte Seite die akroskope ist, d. h. nach dem Scheitel der Fruchtanlage, wo die Narbe sitzt, gerichtet ist. Hier tritt auch zuerst eine Vergrösserung der Randzellen und eine Ausscheidung von Kristallnadeln in ihnen ein.

Die nächsthöher gelegene Schuppe zeigt dann schon ausgebildete Rhaphidenbündel. Es können dabei alle Zellen am Rande der Schuppe sich in Rhaphidenzellen umwandeln und auf diese Weise so regelmässige Kränze entstehen, wie wir es an der hier abgebildeten Schuppe sehen, häufiger aber werden an dem basiskopen Rande keine Rhaphidenzellen gebildet. Gewöhnlich entstehen nur in den Randzellen die Kristalle, manchmal führt auch die eine oder andere innen angrenzende Zelle ein Rhaphidenbündel (vergl. Abbildung). An älteren Fruchtanlagen fand ich in ihrem unteren Teile auch solche Schuppen, die nur am oberen Rande Rhaphidenzellen trugen, deren übrige Randzellen aber mehr schlauchförmig ausgewachsen und mit einer braungelben Inhaltsmasse erfüllt waren, vermutlich einem Schleim, den der Alkohol zum Gerinnen gebracht und gefärbt hatte. Einzelne Schuppen führen hier auch gar keine Rhaphiden, sondern alle Randzellen sind papillenförmig geworden und fast alle Zellen des Trichoms sind erfüllt mit jenem schleimigen Inhaltsstoff, an dem auch das Gewebe des Mesokarps ausserordentlich reich ist.

Sehr schön kann man bei der Entwicklung der Trichome die Vergrösserung der Kristallnadeln beobachten; die kleinsten, die in noch unvollkommenen Rhaphidenbündeln auftreten, messen 14—16 μ; es wurden ferner gemessen solche von 16—20 μ, 20—30 μ, 37 μ, 46—47 μ, und die letztgenannten Masse waren die grössten, die gefunden wurden. Es ergibt sich also eine Vergrösserung um das Dreifache, und das ist merkwürdigerweise dieselbe Vergrösserung, wie sie KOHL[1]) für die Rhaphiden im Stengel und Blatt an *Testudinaria elephantipes* gefunden hat.

Die Ausbildung der Rhaphiden geht, wie schon angedeutet, sehr schnell und frühzeitig vor sich, entsprechend den Beobachtungen von SCHIMPER[2]) über die Rhaphiden „in den Blättern vieler Monokotyledonen und gewisser Dikotyledonen". Er fand, „dass die Rhaphiden bereits in jungen, noch im Wachstum begriffenen Blättern fertig ausgebildet werden und nachher weder an Grösse, noch an Zahl zunehmen". Nach der Ausbildung der Rhaphiden verändert sich aber noch die Gestalt des Schuppenhaares. Anfangs nämlich, d. h. während der Entwicklung der Schuppe, bleiben die von ihm bedeckten Epidermiszellen im Wachstum zurück, so dass die Schuppe in eine kleine Vertiefung zu liegen kommt, die sie ganz ausfüllt und aus der sie später etwas hervorragt. Zuletzt aber strecken sich auch die Epidermiszellen rings um den Stiel der Schuppe, werden sogar papillenförmig und richten dadurch die randständigen Rhaphidenzellen in die Höhe, während die Ansatzstelle eine Dehnung erfährt:

---

1) l. c. S. 94.

2) Über Kalkoxalatbildung in den Laubblättern. (Botan. Zeitung 1888, S. 82.)

so erhält man das oben erwähnte Bild des Büschels von Rhaphidenzellen, das zwischen den anderen Epidermiszellen hervorkommt.

An den grösseren Fruchtanlagen fand ich im oberen, freien Teile keine Schuppen mehr, aber sie waren hier offenbar einfach abgescheuert, wohl infolge des Einsammelns und des Transportes des Materials, denn wo die Fruchtanlage noch von den Rändern der Perigonblätter bedeckt war, fanden sich die Schuppen noch erhalten. An den reifen Früchten werden die Trichome wohl auch fehlen, wenn die Früchte noch am Baume sitzen, denn schon die ausserordentlich starke Dehnung der bis zur Fruchtreife erhalten bleibenden Epidermis wird ihr Abfallen veranlassen, und in demselben Sinne wirkt auch die starke Verdickung der Epidermiswandung, die während der Reifung der Früchte stattfindet, wenigstens beobachtet man auch bei der Ausbildung anderer Organe (Blätter und Stengel) häufig einen Verlust der anfangs vorhandenen Haare.

Durch die Festigkeit der Epidermis und des darunter liegenden Gewebes, das mit jener das Exokarp der Kokosnuss bildet, werden aber auch die Schuppen entbehrlich, insofern ihre biologische Bedeutung darin liegen dürfte, dass sie Schutzmittel gegen die Angriffe der Tiere sein sollen. Eine andere Bedeutung wird man ihnen kaum zuschreiben können und die angegebene dürften sie nach dem, was wir besonders seit STAHL's[1]) Untersuchungen über die Wirkung der Rhaphiden wissen, ganz gut erfüllen. Es ist mir freilich unbekannt, welche Tiere den jungen Kokosnüssen nachgehen, und es mögen auch sehr verschiedenartige sein bei der grossen Verbreitung, die die Kokospalme erlangt hat[2]). Hierbei ist nun besonders bemerkenswert, dass sich in dem vorliegenden Falle auch die Rhaphidenzellen der von STAHL erkannten Regel fügen, dass nämlich mechanische Verteidigungsmittel oberflächlich gelegen sind, während sonst die Rhaphiden eine Ausnahme von dieser Regel bilden. Über diesen Punkt sagt der genannte Autor folgendes (l. c., S. 118—119): „Die den Angriffen der Tiere direkt ausgesetzte Oberfläche der Pflanzenorgane ist in sehr zahlreichen Fällen der Sitz der Verteidigungsmittel. Die mechanischen Verteidigungswaffen nehmen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Peripherie der Organe ein. Seltener sehen wir sie im Innern angebracht (z. B. Rhaphiden, Schleimzellen, innere Haare der Nymphaeaceen). Die verwiegend peripherische Anordnung der mechanischen Schutzmittel steht mit dem zu erzielenden Effekt im engsten Zusammenhang: durch sie wird den Tieren der Zutritt zu den Pflanzenteilen, deren Geschmack ihnen zusagt, erschwert oder unmöglich gemacht.“

---

[1]) Pflanzen und Schnecken. (Jenaische Zeitschr. für Naturwiss. und Medizin). Bd. XXII, 1888.

[2]) Auf den Philippinen ist besonders schädlich eine auf dem Baume nistende Ratte, die die jungen Nüsse benagt; die Affen scheinen sich mehr die reifen Nüsse zu holen und gewisse Käfer mehr die Blätter zu schädigen. (Nach FARMER's Bulletin Nr. 8, Philippine Bureau Agriculture, Department of Interior. Manila 1905. W. S. LYON, The Cocoanut.)

Es scheint mir demnach, dass wir in den hier geschilderten Schuppenhaaren nicht nur eine anatomische Eigentümlichkeit, sondern auch ein Organ, das vom biologischen Standpunkte aus unser Interesse verdient, vor uns haben.

---

71. E. Jahn: Myxomycetenstudien.

Eingegangen am 13. Dezember 1905.

4. Die Keimung der Sporen.

„Nach 12—24 Stunden, manchmal selbst noch früher, tritt bei den vom Wasser vollständig benetzten Sporen die Keimung ein. Die Spore schwillt, offenbar durch Wasseraufnahme, etwas an, im Protoplasma erscheinen eine oder zwei kreisrunde Vakuolen, zuletzt reisst die Sporenmembran auf, und der Protoplasmakörper schlüpft aus der Öffnung heraus in das umgebende Wasser, die Membran leer zurücklassend. Wo an dieser eine dünnere Stelle vorhanden ist, erfolgt dort das Aufbrechen. Man sieht den Protoplasten sich darandrängen, sie erst etwas auswärts wölben und alsdann durchbohren. Unmittelbar nach dem Ausschlüpfen nimmt der Protoplast meist Kugelgestalt an und bleibt zunächst ruhig vor der Membran liegen. Nach wenigen Minuten oder manchmal viel längerer Zeit treten immer auffallendere Gestaltsveränderungen ein; der Umriss der Kugel beginnt sich undulierend zu bewegen, feine spitze Fortsätze treiben aus und werden wieder eingezogen, und unter diesen Bewegungen streckt sich der Körper allmählich, um eine längliche Form anzunehmen und sich dann fortzubewegen. Dann ist das vordere Ende des Schwärmers fein zugespitzt und die Spitze in eine lange Cilie ausgezogen.“

Das sind einige wesentliche Stellen aus der DE BARY'schen Beschreibung der Sporenkeimung aus dem Jahre 1864. Später haben FAMINTZIN und WORONIN die merkwürdigen Vorgänge bei der Keimung der Sporen von *Ceratiomyxa* beschrieben (1). LISTER hat ihre Beobachtungen bestätigt und später einige wichtige Entdeckungen über die Bedingungen der Keimung bei anderen Arten gemacht (2).

Vor etwa drei Jahren habe ich begonnen, mich mit dem Vorgang und den Bedingungen der Sporenkeimung zu beschäftigen. Ich fing mit leicht keimenden Arten an. Die so gewonnenen Erfahrungen veranlassten mich zu systematischen Untersuchungen. Einige wichtigere Ergebnisse teile ich hier mit.

Was zunächst den Vorgang der Keimung betrifft, so lassen sich, wie längst bekannt ist, zwei gänzlich verschiedene Typen unterscheiden, der Typus von *Ceratiomyxa* und derjenige der übrigen Myxomyceten.

I. *Ceratiomyxa* ist die einzige Art, deren Sporen dem Fruchtkörper aussen auf kleinen Stielchen aufsitzen. Aus den elliptischen Sporen kommen bei der Keimung, wie schon FAMINTZIN und WORONIN festgestellt haben, Amöben. Diese teilen sich nach einiger Zeit in acht kleine Schwärmer, von denen ein jeder das Aussehen und die Bewegungsart eines gewöhnlichen Myxomycetenschwärmers hat.

Ich habe das Verhalten der Kerne untersucht. Die jungen Sporen auf den Stielchen haben zunächst einen chromatinreichen Kern. Ist der Stiel fertig, so teilt sich der Kern noch einmal karyokinetisch und dann sogleich noch einmal. Dann geht die Spore, die also vier Kerne hat, in den Dauerzustand über.

Bei der Keimung kommt zunächst eine Amöbe heraus. Bei günstigen Bedingungen beobachtet man sehr bald, dass sie sich einschnürt, zunächst in vier deutliche Kügelchen, die sich dann noch einmal teilen. Wenn man dieses erste Stadium fixiert und färbt, so sieht man, dass gleichzeitig wiederum eine karyokinetische Teilung der Kerne vor sich geht. Die Teilungsfiguren sind sehr klein und zeigen einige Besonderheiten. Dann findet bei den acht einkernigen Schwärmern die Ausbildung der Geissel statt. Sie scheint auch hier mit Hilfe eines glockenartigen Verbindungsstückes am Kern zu sitzen.

II. Bei allen übrigen Myxomyceten sind die normalen Sporen einkernig. Ich unterscheide nach dem Verlauf der Keimung zwei Untergruppen:

a) Typus *Reticularia*. Bei *Reticularia Lycoperdon* Bull. kommt aus den Sporen zunächst eine Amöbe heraus, die kurze Zeit nach der Keimung ruhig bleibt. Dann bekommt sie unter lebhaften Strömungen des Plasmas zuerst einen schnabelartigen Fortsatz und fängt unter fortgesetzten eigentümlichen Krümmungen an, aus diesem Fortsatz die Geissel herauszutreiben. Man kann deutlich alle Stadien des Geisselwachstums verfolgen. Der Schwärmer streckt sich dann allmählich und nimmt die Gestalt eines Fragezeichens oder eines S an. Nach 15 Minuten kann die Geissel fertig sein. Während der ganzen Zeit klopft eine pulsierende Vakuole am Hinterende.

b) Typus *Didymium*. An *Didymium* hat DE BARY die Keimung studiert. Ihm ist es schon aufgefallen, dass hier innerhalb der geschlossenen Sporenmembran eine Teilung der Amöbe stattfinden kann. Über den Vorgang der Geisselbildung vermeidet er nähere Angaben. Man vermag an Schwärmern, die während der Keimung getötet und gefärbt sind, leicht festzustellen, dass sie mit mehr oder weniger langen Geisseln aus der Sporenhülle herauskommen können. Die erste Anlage der Geissel findet also vermutlich innerhalb der geschlossenen Membran statt. Nach der Keimung liegt der Schwärmer zuerst ruhig; dann streckt er sich und vollendet die Geissel, aber ohne die charakteristischen Krümmungen des vorigen Typus. Bei vielen auf diese Weise keimenden Arten kommen im Plasma die schon von DE BARY und CIENKOWSKI beschriebenen Schleimkugeln vor, die nach der Keimung ausgestossen werden. Dagegen fehlen sie bei den Schwärmern vom Typus IIa.

Ich habe bisher nur eine einzige Art kennen gelernt, die sich so wie *Reticularia* verhält, das ist *Enteridium Rozeanum*[1]), eine amerikanische Form. Nach dem Typus IIb keimen Physareen und die Trichien. Übergangsformen zwischen IIa und IIb kommen bei den Stemoniteen vor.

Die Feststellung der Bedingungen und inneren Vorgänge bei dieser Keimung hat ein besonderes physiologisches Interesse. Bei der Keimung eines Samens finden verwickelte Stoffumsätze innerhalb verschiedener Gewebe statt, beim Austreiben einer Pilzspore wird ein Keimschlauch angelegt, hier geschieht weiter nichts als die Sprengung und Abstreifung der Sporenmembran. Der Vorgang ist also einfacher als bei der Wiederbelebung anderer Dauerzustände, und, wie die oben beschriebenen Typen zeigen, bei einzelnen Sporen wiederum einfacher als bei anderen.

Das letzte, aber am leichtesten zu untersuchende Stadium während der Keimung ist die Sprengung der Membran. Wie sie erfolgt, dafür gibt es zweierlei Möglichkeiten: Entweder könnte der eingeschlossene Protoplast die Membran an einer Stelle auflösen und durch das entstandene Loch hindurchschlüpfen, oder er könnte ohne irgend eine Verletzung der Membran, sozusagen auf rein physikalischem Wege, einen so hohen osmotischen Druck entwickeln, dass die Hülle schliesslich zerreisst. Alles, was man bei der Keimung beobachten kann, spricht dafür, dass die erste Annahme wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat. Man sieht, dass der ganze Protoplast die Höhlung erfüllt und sich darin bewegt, man sieht ferner bei solchen Sporen, deren Membran ungleich verdickt und deshalb wohl ungleich

---

1) Herrn HUGO BILGRAM in Philadelphia, dem vortrefflichen Kenner der amerikanischen Myxomyceten, bin ich für die Übersendung lebenden Sporenmaterials zu Dank verpflichtet.

dehnbar ist, dass die Kugeln unter dem inneren Druck nach einer Seite mehr aufgetrieben werden und erkennt schliesslich nach erfolgtem Ausschlüpfen, dass die Sporenhaut kein Loch erhält, sondern einen durch Sprengung entstandenen Riss, der sich über die halbe Kugel erstrecken kann.

Wofern aber die Membran allein durch osmotische Kräfte gesprengt wird, muss es möglich sein, durch Erhöhung des osmotischen Druckes der Flüssigkeit, in der die Sporen ausgesät sind, die Keimung unmöglich zu machen. Der Versuch bestätigt dies. Wenn man die Sporen leicht keimungsfähiger Arten nicht in reinem Wasser, sondern in Rohrzuckerlösungen aussät, so keimen sie in geringprozentigen Lösungen sämtlich. Bei steigendem Zuckergehalt aber erhält man eine Grenzkonzentration, für jede Art eine andere, oberhalb deren eine Keimung nicht mehr stattfindet.

Ich will einige der wichtigsten Zahlen, die ich für die einzelnen Arten ermittelt habe, hier mitteilen. Durch die schwächste von allen Konzentrationen werden die Sporen von *Reticularia* gehemmt. Sie können schon in einer Rohrzuckerlösung von 4 pCt. nicht mehr herauskommen. Die höchste Konzentration können die von *Didymium difforme* vertragen. Erst eine Lösung von 25 pCt. (100 Wasser + 25 Rohrzucker) hindert sie an der Keimung. Alle anderen Arten, die ich bisher untersucht habe, ergeben dazwischen liegende Werte. Die grossen und leicht keimenden Sporen von *Amaurochaete atra* z. B. haben die Grenzkonzentration von 15 pCt. Rohrzucker. Ich will auf die theoretische Bedeutung dieser Zahlen in dieser vorläufigen Mitteilung nicht näher eingehen.

Die so gewonnenen Zahlen sind für jede Art konstant und scheinen sich auch nicht mit dem Alter zu ändern. Es gibt nun noch eine zweite derartige Konstante, das ist die Zeit, die jede Art von der Befeuchtung bis zur Keimung braucht. Sie ist allerdings nicht in dem Sinne feststehend wie die Grenzkonzentration, da die verschiedenen Sporenproben ein und derselben Art je nach der Reifung und der Austrocknung nach der Reife individuelle Eigenschaften erhalten, welche die Keimungszeit beeinflussen. Trotzdem haben aber, wenn man eine möglichst grosse Zahl von Sporenproben von verschiedenen Fundorten untersucht, drei Viertel ungefähr gleiche Keimungszeiten, vorausgesetzt, dass sie unter denselben Bedingungen untersucht werden. Denn zu der Erweckung zum Leben werden z. B. die Sporen von *Reticularia* längere Zeit brauchen, wenn sie in einer dreiprozentigen Rohrzuckerlösung ausgesät sind, als in destilliertem Wasser. Ferner ist die Keimungszeit deutlich von der Temperatur abhängig und schliesslich vom Alter der Sporen. Gut keimungsfähige, aber ein paar Jahre trocken liegende Sporen keimen viel später als frisch gesammelte. Alle diese Umstände machen es sehr mühsam, für die einzelnen Arten die Zeitzahl und deren Abhängigkeit zu bestimmen. Auch hier will ich einige von mir ermittelte Werte nennen. Sporen von *Reticularia* keimen, wenn sie ein halbes Jahr trocken liegen, in destilliertem Wasser bei 21° etwa in 30 Minuten. Die Schwärmer von *Amaurochaete atra* kommen, wenn sie ein halbes Jahr alt sind, unter denselben Bedingungen in etwa $2^1/_2$ Stunde heraus, *Stemonitis flaccida* keimt in 1 Stunde, *Didymium difforme* in 4—5 Stunden. Es ergibt sich also wieder die Ausnahmestellung von *Reticularia*. Sie hat die geringste Grenzkonzentration und keimt in der kürzesten Zeit. Frisch gesammelte Sporen, die nach völliger Austrocknung untersucht werden, keimen sogar schon nach 15 Minuten.

Die Sprengung der Membran ist, wie gesagt, der letzte Akt der Neubelebung des Plasmas in der Spore. Da sie durch eine bestimmte Zuckerlösung verhindert werden kann, so drängt sich die Frage auf: Wie werden denn die vorhergehenden Phasen der Aktivierung durch Zuckerlösungen beeinflusst? Ist das Plasma durch die hypertonische Lösung überhaupt nicht belebt worden oder ist nur die Kraft zur Sprengung der Membran gelähmt? Zur Beantwortung dieser Frage machte ich folgende Versuche: Die Sporen wurden in Zuckerlösung ausgesät, die den osmotischen Druck ihrer jeweiligen Grenzkonzentration hatte, und darin 24 Stunden belassen. Am nächsten Tage, an dem natürlich keine Keimung stattgefunden hatte, wurde die Zuckerlösung abgesogen und vorsichtig durch Wasser ersetzt. Das Ergebnis war überraschend. Nach Verlauf von einer bis drei Minuten kamen bei *Reticularia* (und ebenso bei *Enteridium Rozeanum*) allenthalben die Amöben heraus und machten sich sofort daran, ihre Geissel herzustellen. Die Sporen der Gruppe IIb dagegen lagen ruhig. Erst nach einer gewissen Zeit kamen die Schwärmer heraus, und zwar ist diese Zeit wiederum für jede Art unter sonst gleichen Bedingungen konstant. Sie beträgt für *Didymium difforme* 2 Stunden, für *Stemonitis flaccida* 30 Minuten, für *Amaurochaete* $1^1/_2$ Stunden.

Also auch hier zeigt der Typus IIa ein ganz anderes Verhalten. Die dahin gehörigen Arten werden in der Zuckerlösung vollkommen keimungsfähig, und zwar bis zu einer gewissen Grenze auch in noch höheren Konzentrationen als in der bei ihnen ziemlich niedrigen Grenzlösung, nur können sie nicht die zur Sprengung der Membran nötige Kraft entwickeln. Die Arten des Typus IIb dagegen werden zwar auch in der Zuckerlösung bis zu einem gewissen Grade aktiviert, dann aber findet keine Fortentwicklung statt. Ich nehme an, dass diejenigen Phasen der Aktivierung, die unter einem erhöhten osmotischen Druck nicht eintreten können, mit den Anfängen der Geisselbildung zusammenfallen, deren erste Anlage gerade bei diesen Formen innerhalb der Sporenhülle stattzufinden scheint. Denn es lässt sich zeigen, dass auch bei *Reticularia* die hier erst nach der Befreiung des Protoplasten beginnende Geisselbildung viel empfindlicher gegen äussere Bedingungen ist, als die Keimung selbst. In derjenigen Sodalösung z. B., in der gerade noch eine Keimung stattfindet, bleiben die Amöben nach dem Herausschlüpfen wie gelähmt liegen und sinken zu Boden. Nach 24 Stunden zeigen sie ein körniges Aussehen und gehen zugrunde. Sie sind also nicht imstande, in derselben Lösung, in der sie die Sporenmembran gesprengt hatten und durch den Riss geschlüpft waren, eine Geissel hervorzubringen. Ähnliche Wirkungen hat eine Zuckerlösung zu starker Konzentration.

Die Keimungszeit jeder Art ist abhängig vom osmotischen Druck der Flüssigkeit, von ihrer Temperatur und vom Alter der Sporen. Ich habe diese Beziehungen für *Reticularia* genauer zu ermitteln gesucht; man erhält dann für jede der drei Abhängigkeiten, wenn man den beiden anderen während der Versuche konstante Werte gibt, eine stetige Reihe von Zahlen, die sich in Form einer Kurve darstellen lassen. Ich kann hier auf die Natur dieser Kurven nicht eingehen; nur auf eine merkwürdige Tatsache möchte ich hinweisen, die sich bei der Feststellung der Wärmekurve ergab. Es liess sich leicht ermitteln, dass bis gegen 30° die Keimungszeit der Sporen sich verkürzte und bei höherer Temperatur erst langsam und dann schneller zunahm; als optimale Temperatur erhielt ich aber bei jeder Wiederholung des Versuches einen anderen Wert. Schliesslich stellte sich heraus, dass die Dauer des Aufenthaltes im Thermostaten oberhalb der optimalen Temperatur die Keimungszeit sehr stark beeinflusst. Die ersten Stadien der Belebung haben ein viel höheres Optimum als die späteren. Einige Zahlen mögen dies erläutern. 8 Monate trocken liegende Sporen von *Reticularia* keimten bei 21° Zimmertemperatur nach etwa 30 Minuten. Wenn man sie in Wasser von 37° aussät und bei dieser Temperatur im Thermostaten liegen lässt, keimen sie überhaupt nicht. Lässt man die Wärme von 37° aber nur 5 Minuten einwirken, so keimen sie schon 11 Minuten nach der Aussaat. In dieser kurzen Zeit also quillt der eingetrocknete Protoplast auf, erzeugt den für die Sprengung der Membran nötigen Druck und kriecht hinaus. Bei längerem Aufenthalt in der hohen Anfangswärme ergeben sich wiederum Verzögerungen. Es ist also offenbar eine der ersten Phasen der Wiedererweckung des Plasmas, die ein so hohes Optimum hat. An die Aktivierung dieses ersten hypothetischen Stoffes, den ich hier Erweckungsstoff nennen will, schliesst sich die Belebung anderer Stoffe. Diese haben aber ein mindestens um 6° niedrigeres Optimum und werden bei der Fortdauer der hohen Wärme gelähmt.

Sehr wichtig ist, dass die Versuche über die Einwirkung der hohen Temperatur um so besser gelingen, je länger die Sporen liegen. Auch zwei Jahre alte Sporen kann man auf diese Weise in 19 Minuten zum Keimen bringen. Wenige Wochen alte Sporen dagegen, die bei 21° eine Keimzeit von 15—20 Minuten haben, lassen sich durch hohe Anfangswärme nicht oder nur wenig bestimmen, die Sporenhülle früher zu verlassen. So wurden Sporen, die 14 Tage vorher gesammelt waren und bei 20° eine Keimzeit von 17 Minuten hatten, nur dadurch 3 Minuten früher zur Keimung gebracht, dass ich sie in Wasser von 34° aussäte, dieses Wasser aber schon nach 2 Minuten durch solches von gewöhnlicher Temperatur ersetzte. Die sekundären Belebungsvorgänge des Protoplasten sind hier also noch so eng mit der Aktivierung des Erweckungsstoffes verknüpft, dass der ungünstige Einfluss der hohen Temperatur sich schon nach wenigen Minuten geltend macht.

Bei der bisherigen Darstellung habe ich angenommen, dass die ausgesäten Sporen ohne weiteres Schwärmer bilden. Wer sich aber mit Keimungsversuchen beschäftigt, macht die unangenehme Erfahrung, dass gerade die Sporen sehr gewöhnlicher Arten (*Fuligo septica*, *Lycogala epidendron*, *Stemonitis fusca*, *Trichia varia*) überhaupt nicht keimen. Fast sicher keimungsfähig in destilliertem Wasser sind, so weit ich die Arten kenne, eigentlich nur die Sporen von *Reticularia* und *Amaurochaete*, einigermassen zuverlässig sind *Didymium difforme*, *Stemonitis flaccida* und *Badhamia macrocarpa*.

Die Arten von *Stemonitis* keimen gewöhnlich nicht. Als ich meine Versuche begann, hatte ich einmal Sporen von *Stemonitis ferruginea* (*St. Smithii*) in einer feuchten Kammer ausgesät, deren Glocke nicht fest schloss. Infolge dessen trockneten nach einigen Tagen einige Objektträger aus. Ich befeuchtete sie wieder. Tags darauf wimmelten diejenigen Aussaaten, die einmal ausgetrocknet waren, von Schwärmern, die anderen waren nach wie vor ungekeimt. Das war die Bestätigung einer Entdeckung, die LISTER (2) schon gemacht und in ihrer Bedeutung erkannt hat. Nichtkeimende Arten können also durch nochmalige Austrocknung zum Keimen gezwungen werden.

Was geht hier vor? Ich habe verschiedene Versuchsreihen mit *Trichia varia*, *Stemonitis ferruginea* und anderen Arten angesetzt. Hier führe ich nur einige Erfahrungen mit *Enteridium Rozeanum* an, die deshalb besonders lehrreich sind, weil diese Art zur Gruppe IIa gehört, von *Reticularia* aber dadurch verschieden ist, dass die Sporen nicht von vornherein keimungsfähig sind. Es kommt zunächst darauf an, dass die Sporen genügend lange feucht bleiben, etwa 36 Stunden, damit sie völlig von der Flüssigkeit durchtränkt sind. Wenn sie dann ausgetrocknet sind, verhalten sie sich, wenn sie auch 1½ Jahre alt sind, wie frisch gesammelte Sporen von *Reticularia*. Sie keimen bei Zimmertemperatur in 20 Minuten. Von geringerem Einfluss ist die Art der Austrocknung. Falls sie nicht allmählich unter Glas getrocknet sind, sondern an der trockenen Zimmerluft, erfolgt die Keimung erst in 30—40 Minuten. Lässt man sie nach der Austrocknung wieder lange liegen, so verlängert sich allmählich die Keimungszeit bei erneuter Befeuchtung. Auch bei *Reticularia* kann man beobachten, dass diejenigen Sporen, die bei der ersten Aussaat nicht gekeimt waren, nach der Austrocknung und zweiten Befeuchtung Schwärmer entwickeln.

Bei *Enteridium* muss also derjenige Stoff, den ich Erweckungsstoff genannt habe, zunächst noch in einer Muttersubstanz verborgen sein und erst durch die Austrocknung aus ihr abgespalten werden.

Für die Auffassung dieses Vorganges ist es sehr wichtig, dass es noch eine zweite Art der Abspaltung des Erweckungsstoffes gibt. Wenn man Sporen von *Stemonitis ferruginea* in filtriertes Wasser sät, das lange über altem Holze gestanden hat, oder in Holzabkochung, so erfolgt nach 3—5 Tagen die Keimung. Die Keimungszeit im oben entwickelten Sinne ist aber, wie man durch die Austrocknungsmethode ermitteln kann, sehr kurz; sie beträgt höchstens ein paar Stunden. Die ganze Zeit vor der Keimung war also ausschliesslich der allmählichen Entwicklung des Erweckungsstoffes gewidmet, der erst am dritten bis fünften Tage so weit abgespalten ist — und zwar durch eine spezifische Einwirkung der Holzabkochung — dass er die eigentliche Keimung einleiten kann. Diese Annahme wird auch dadurch bestätigt, dass man nach einer gewissen Zeitdauer der Wirkung des Holzwassers dadurch eine Beschleunigung der Keimung erhalten kann, dass man dieses durch reines Wasser ersetzt. Die Holzabkochung war also für die Abspaltung des Erweckungsstoffs notwendig oder günstig, nicht aber für die Aufnahme seiner Leistungen.

Ich habe schliesslich noch einen dritten Faktor kennen gelernt, der die Abspaltung zu begünstigen scheint. Während der Untersuchung über die theoretische Bedeutung der Zahlen, die ich oben als Grenzkonzentrationen mitgeteilt habe, stellte ich auch Versuche mit verschiedenen Zuckern an (Glukose, Maltose). Dabei machte ich die Wahrnehmung, dass Sporen schlecht keimender Arten, die längere Zeit in Maltoselösung gelegen hatten, nach Ersatz dieser Lösung durch destilliertes Wasser reichlich keimten. Andere Zucker haben, so weit ich bis jetzt gesehen habe, diese Wirkung nicht.

Nach den Vorstellungen also, die ich während dieser Untersuchungen gewonnen habe, beruht das Unvermögen der Keimung vieler Arten auf der Stabilität einer Muttersubstanz, in der erst der eigentliche Erweckungsstoff der Keimung enthalten ist. Daraus kann er durch Befeuchten und erneutes Austrocknen und durch die chemische Einwirkung verschiedener Stoffe abgespalten werden.

Die Vermutung liegt nahe, dass der „Erweckungsstoff“ eigentlich ein Enzym ist. Dafür würde schon das Temperaturoptimum sprechen, das hoch über dem Optimum der anderen vitalen Funktionen des Myxomycetenplasmas liegt. Ferner spricht dafür folgende Überlegung: Es lässt sich leicht die Anwesenheit grosser Glykogenkugeln in den Sporen und den auskriechenden Schwärmern nachweisen. Aus verschiedenen Gründen muss man annehmen, dass der osmotisch wirksame Stoff im neubelebten Plasma ein Zucker ist. Da nun Glykogen das Reservekohlenhydrat ist und dieses beim Abbau nach den meisten Angaben Maltose liefert, so würde dadurch auch die Begünstigung der Keimung durch Maltose in einem neuen Lichte erscheinen. Die Vermutung hat also etwas für sich, dass der „Erweckungsstoff“ ein Enzym ist, das aus Glykogen Maltose abbaut, also eine „Glykogenase“.

Weitere Einzelheiten über das Altern der Sporen, Angaben über die verschiedenen Arten, Tabellen und Abbildungen können erst in der ausführlichen Arbeit veröffentlicht werden. Sie soll später im „Archiv für Protistenkunde“ erscheinen.

Berlin, Botanisches Institut der Universität.

Wichtigste Literatur.

1. FAMINTZIN und WORONIN, Über zwei neue Formen von Schleimpilzen: *Ceratium hydnoides* A. et S. und *Ceratium porioides* A. et S. Mém. Ac. imp. St. Pétersb. VII, Bd. XX, Nr. 3, 1873.
2. ARTHUR LISTER, On the cultivation of mycetozoa from spores. Journal of botany 1901.

72. W. Zopf: Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten.

I.

Mit Tafel XXI.

Eingegangen am 13. Dezember 1905.

Für meine Untersuchungen über Flechtensäuren[1]) habe ich auf Ferienreisen, die im Laufe der letzten 10 Jahre nach den Alpen, den verschiedensten Gebirgen Deutschlands und nach Schweden hin gemacht wurden, von zahlreichen Flechten grössere Materialien zusammenbringen müssen.

Hierdurch war Gelegenheit geboten, gewisse Spezies in vielen Hunderten von Exemplaren an ihren natürlichen Standorten zu beobachten und sie auf diese und jene morphologische oder biologische Frage hin zu prüfen. Im Laboratorium wurden dann hieran zum Zwecke möglichst scharfer Unterscheidung der Spezies, zur Feststellung der Natur gewisser Flechtenparasiten, zur Erledigung von anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Fragen usw. mikroskopische Untersuchungen angeknüpft.

---

[1]) Sie sind hauptsächlich in LIEBIG's Annalen der Chemie veröffentlicht.

Hierbei habe ich eine ganze Reihe von Beobachtungen gemacht, die mir von einigem Interesse zu sein scheinen, und die ich daher nach und nach mitzuteilen gedenke.

1. Über Pseudevernia olivetorina Zopf.

Unter der alten Kollektivspezies „*Evernia furfuracea*“ stecken mindestens sechs morphologisch und chemisch wohlunterscheidbare Arten[1]), nämlich:

Pseudevernia furfuracea (L.)
„ *ceratea* (Ach.)
„ *olivetorina* Zopf.
Pseudevernia ericetorum (Fr.)
„ *isidiophora* Zopf.
„ *soralifera* (Bitter).

Ich habe diese Arten als neue Gattung „*Pseudevernia*“ von dem alten Genus *Evernia* abgetrennt, weil sie sowohl in morphologischer, als auch in chemischer Beziehung den Parmelien viel näher stehen als den typischen Evernien.

Dass die alte Sammelspezies „*Evernia furfuracea*“ schon wegen der Art der Rhizoidenbildung und der plagiotropen Wuchsform von *Evernia* hinweg zu den Parmelien gestellt werden muss, hat übrigens schon vor mehr als 30 Jahren TH. FRIES mit scharfem Blick erkannt, während NYLANDER und seine Gefolgschaft diesen Hinweis geflissentlich ignorierten.

Erst A. ZAHLBRUCKNER schloss sich der TH. FRIES'schen Auffassung an, indem er die Glieder der alten „*Evernia furfuracea*“ wieder dem Genus *Parmelia* anreihte[2]). Ich selbst teile diese Auffassung, wie gesagt, vollkommen, nicht bloss aus den genannten morphologischen Gründen, sondern auch mit Bezug auf meine eingehenden chemischen Studien. Diese zeigen nämlich, dass die oben genannten Arten in chemischer Beziehung denjenigen Parmelien, welche NYLANDER zur Gattung *Hypogymnia* gebracht hat, sehr nahe verwandt sind. (Ich werde eine chemische Bearbeitung dieser Gattung in nächster Zeit veröffentlichen).

---

[1]) Vergleichende Untersuchungen über Flechten in bezug auf ihre Stoffwechselprodukte. Beihefte zum Bot. Centralbl. XIV (1903), S. 96—126, mit vier photographischen Tafeln, und LIEBIG's Annalen, Bd. 338, S. 38—41.

[2]) Schedae ad Cryptogamas exs. Cent. II, X—XI. Annalen des naturh. Hofmuseums Wien. Bd. XI, S. 92, und XIX, S. 418 (Wien 1896 und 1904).

Eine Vereinigung der Pseudevernien mit den Hypogymnien ist aber aus morphologischen Gründen nicht möglich. Ich befinde mich in dieser Beziehung in Übereinstimmung mit dem Bearbeiter der Hypogymnien, G. BITTER[1]).

Unter den von mir aufgestellten Pseudevernien befinden sich auch *Pseudevernia olivetorina.* Ich bin zu ihrer Abtrennung von *Pseudevernia furfuracea* (L.) veranlasst worden durch morphologische, biologische und chemische Gründe[2]).

Gegen diese Abtrennung, der übrigens unmittelbar darauf A. ZAHLBRUCKNER (l. c. S. 418) insofern beitrat, als er die von mir in seiner Sammlung unter Nr. 1046 herausgegebenen Exemplare nicht mit *furfuracea* identifiziert, sondern ausdrücklich als Subspezies *olivetorina* der *Parmelia furfuracea* (L.) Ach. aufführt, hat neuerdings A. ELENKIN[3]) Einspruch erheben zu müssen geglaubt.

Er gründet diesen Einspruch darauf, dass er in der Umgebung St. Petersburgs eine *Pseudevernia* beobachtete, welche die rote Chlorkalkreaktion (Olivetorsäure-Reaktion) gab, aber nach ihrer Wuchsform und insbesondere auch wegen ihres auffällig scobicinen Charakters durchaus der typischen *furfuracea* glich.

Da nun ausgesprochen scobicine Ausbildung nach unseren bisherigen Kenntnissen der *Pseudevernia olivetorina* Zopf durchaus fremd ist, so glaubte ELENKIN die Annahme machen zu dürfen, dass die in Rede stehende Flechte trotz ihrer Olivetorsäure-Reaktion nichts anderes als *Evernia furfuracea* (L.) sein könne. Auf dieser Annahme fussend musste er konsequenterweise zu dem Schlusse kommen, *Evernia furfuracea* ist imstande, Olivetorsäure zu erzeugen — folglich ist die Ansicht von ZOPF, *olivetorina* und *furfuracea* unterscheiden sich wesentlich durch den Gehalt bezw. Mangel an Olivetorsäure. durchaus unrichtig.

Wie wäre es nun aber, wenn die ELENKIN'sche Prämisse — *Pseudevernia olivetorina* ist nicht imstande, exquisit scobicine Formen zu bilden — sich als unhaltbar erweisen sollte; wenn also die Flechte tatsächlich imstande wäre, unter gewissen äusseren Bedingungen ganz ausgeprägt scobicine Thalli zu erzeugen?

Ich habe diese Frage schon lange vor ELENKIN's Publikation bei wiederholten Aufenthalten in den Alpen und anderwärts, sowie auch während der letzten Jahre besondere Aufmerksamkeit zugewandt, und zwar studierte ich, meist wochenlang, folgende Materialien:

---

[1]) Zur Morphologie und Systematik von *Parmelia*, Untergattung *Hypogymnia*. Hedwigia XL (1901).

[2]) Siehe meine Vergleichenden Untersuchungen, S. 110—115 und Taf. IV und V.

[3]) Zur Frage des Polymorphismus von *Evernia furfuracea* (L.) Mann als selbstständiger Art. Bull. du Jard. Imp. Bot. de St. Pétersbourg V (1905), S. 9—22. Russisch. Sehr kurzes deutsches Resumé.

1. Hunderte von Thalli an frei stehenden, den Winden stark ausgesetzten Kiefern (*Pinus silvestris*) im Val Piora, zwischen 1900 und 2000 *m*. In diesem Jahre sandte mir Herr Primaner MOLITOR aus Münster von derselben Lokalität ebenfalls Hunderte von Exemplaren (einen grossen Sack voll). Resultat: Fast sämtliche Exemplare nicht scobicin, die meisten mit Schlauchfrüchten. Nur zwei Exemplare scobicin, ein steriles breitblätteriges nur an einem einzigen Lappen, das andere an einem Verzweigungssystem, das von anderen Verzweigungssystemen so überdeckt war, dass es sich längere Zeit feucht erhalten konnte[1]).

2. Hunderte von Thalli an Kiefern am Ostabhange der Raschötz bei St. Ulrich in Gröden, 1300—1400 *m* Höhe. Resultat: Einige wenige scobicinöse Thalli, die meisten Exemplare fruchtend. Die scobicinen waren solche, welche von anderen darüberliegenden bedeckt und dadurch augenscheinlich länger feucht gehalten wurden.

3. Viele Hunderte von Thalli, an Fichten in freier Lage und in einer Höhe von etwa 1300 *m* nördlich von Bozen gesammelt und mir von Herrn Privatdozent Dr. MANCHOT freundlichst zur Verfügung gestellt. Resultat: Nur wenige Exemplare scobicin und zwar nur partiell, die älteren Exemplare fast durchweg mit Apothecien versehen.

4. Hunderte von Thalli an Fichten und Lärchen in einem Walde bei Sölden in den Ötztaler Alpen, der sich von etwa 1600—1900 *m* am Bergabhange hinzieht. Resultat: Kein scobicines Exemplar, die meisten älteren Exemplare fruchtend.

5. Hunderte von Thalli an Kiefern, Lärchen und Fichten im Walde des Talkessels zwischen Hotel Schluderbach und Monte piano in Südtirol[2]). Höhe etwa 1200 *m*. Dumpfe Lage. Resultat: Einige stark scobicine Exemplare. Sie wuchsen auf dünnen Zweigen der genannten Koniferen. Ihre meist sehr schmalen Thalluslappen hingen zu beiden Seiten des Zweiges senkrecht herab. Je weiter nach den Enden zu, desto scobicinöser waren sie. Ich deute diese Erscheinung so, dass sich Tau, Regenwasser, Schneewasser an den herabhängenden Enden hinabzieht und sich hier länger hält, als an den auf den Koniferenästen liegenden Thallusteilen, die schneller abtrocknen. Schlauchfrüchte fehlten an den scobicinen Exemplaren.

6. Nicht sehr zahlreiche Thalli an Kiefern eines Waldes auf der Halbinsel Kullen an der Westküste Schwedens. Dumpfe Lage, etwa nur 100 *m* über dem Meer. Resultat: Ein einziges, exquisit

---

[1]) Herr Prof. Dr. LINDAU hat diese Exemplare in der Dezembersitzung der Deutschen Botanischen Gesellschaft vorzulegen die Güte gehabt.

[2]) Ich gab die Flechte von hier in ZAHLBRUCKNER's Cryptogamae exsiccata, unter Nr. 1046 heraus.

scobicines Exemplar, das auf Taf. XXI, Fig. 2 wiedergegeben ist. Es zeigt ganz den Charakter der scobicinen Exemplare von Schluderbach, hing auch, wie diese, zu beiden Seiten des Kiefernastes, auf dem es wuchs, senkrecht herab. Schlauchfrüchte fehlen[1]).

Aus diesen Feststellungen folgt, dass *Pseudevernia olivetorina* entgegen der bisherigen Annahme, auch seitens ELENKIN's, tatsächlich die Fähigkeit besitzt, ausgesprochen scobicine Formen zu bilden.

Wenn also ELENKIN bei Petersburg eine exquisit scobicine *Pseudevernia* fand, die Olivetorsäure enthielt und daher die Chlorkalkreaktion gab, so hat er eben *Pseudevernia olivetorina* vor sich gehabt, nicht aber, wie er glaubte, *Pseudevernia furfuracea*.

Ich habe gesondert untersucht typische, stark scobicine *furfuracea* von Kiefern, solche von Birken und solche von Ahorn und von Linden und habe darin keine Spur von Olivetorsäure vorgefunden (was mit dem gänzlichen, längst bekannten Ausbleiben der Chlorkalkreaktion übereinstimmt); während *olivetorina* bekanntlich stets Olivetorsäure enthält und daher stets die rote Chlorkalkreaktion gibt, nicht bloss in der glatten, sondern auch in der partiell scobicinen oder total scobicinen Form.

Die Fähigkeit zur scobicinen Ausbildung teilt *Pseudevernia olivetorina* übrigens sowohl mit *Ps. furfuracea* (L.) und *Ps. ceratea* (Ach.), als auch mit *Ps. isidiophora* Zopf und mit *Ps. soralifera* (Bitter).

Zweitens ergibt sich aus obigen Beobachtungen, dass sich die Fähigkeit der *Pseudevernia olivetorina* zur scobicinen Ausbildung in höheren freien Lagen der Alpen nur dann geltend macht, wenn der eine oder der andere Thallus durch Zufall unter Verhältnisse kommt, die einen gewissen andauernden Feuchtigkeitsgrad sichern. In hohen freien Lagen bildet daher die Flechte im allgemeinen keine scobicinen Zustände (dafür fruktifiziert sie meist). In niederen dumpfen Lagen der Alpen und anderwärts dagegen scheint es zur Ausbildung stark scobiciner Formen öfter zu kommen. (Apothecien fehlen in diesem Falle).

Man wird daher kaum fehlgehen, wenn man annimmt, dass die gelegentliche scobicine Ausbildung bei *Pseudevernia olivetorina* induziert wird durch anhaltende Feuchtigkeit, mag sie sich nun am ganzen Thallus oder nur an einzelnen Lappen geltend machen.

---

1) Unter einer grossen Anzahl von Exemplaren der *Pseudevernia ceratea* (Ach.), die mir Herr Dr. BRANDT aus der nördlichen Eifel von *Picea excelsa* sandte, befinden sich auch etliche sterile Exemplare von *Pseudevernia olivetorina*. Eins davon war ausgesprochen scobicin.

Hierdurch unterscheidet sich *Pseudevernia olivetorina* wesentlich von *Ps. furfuracea*, denn bei dieser äussert sich die Fähigkeit zu scobiciner Ausbildung, wie bekannt, gewöhnlich unter allen Umständen, mit anderen Worten: diese Fähigkeit ist der *Pseudevernia furfuracea* inhärent.

Aber auch in anderen Beziehungen weicht *Pseudevernia olivetorina* von *Ps. furfuracea* erheblich ab.

Was zunächst das Substrat betrifft, so bewohnt *Pseudevernia olivetorina*, wie es scheint, fast ausschliesslich Koniferen, besonders *Pinus silvestris*, *Cembra*, *montana*, *Picea excelsa*, *Larix decidua*; ich selbst wenigstens habe die Flechte noch nie auf einem Laubholz angetroffen.

Pseudevernia furfuracea dagegen besiedelt neben Koniferen (*Pinus silvestris*, *Picea excelsa*) mit Vorliebe Laubhölzer (*Acer*, *Tilia*, *Ulmus*, *Sorbus*, *Betula*, *Fraxinus* u. a.).

Was sodann die geographische Lage anlangt, so sind *Pseudevernia olivetorina* und *Ps. furfuracea* ebenfalls durchaus verschieden. *Ps. olivetorina* stellt eine Hochgebirgsflechte dar, die nach meinen Erfahrungen in den Bayerischen und Schweizer Alpen von 1200 *m* ab (an manchen Lokalitäten auch schon von 900 *m* ab) bis zur Baumgrenze hin sehr häufig ist und eine der allergemeinsten Alpenflechten repräsentiert[1]), in der norddeutschen Tiefebene dagegen nur sehr selten aufzutreten scheint[2]). In den deutschen Mittelgebirgen (Harz, Thüringer Wald, Fichtelgebirge, Sauerland, Eifel, Schwarzwald usw.) fehlt sie nicht, scheint aber daselbst sehr wenig häufig zu sein. In Skandinavien scheint sie grosse Verbreitung zu besitzen (in Schweden habe ich sie selbst gesammelt).

Ganz anders verhält sich *Pseudevernia furfuracea*. Auf Grund eingehender Studien, die ich an den vorgenannten Lokalitäten der Alpen anstellte, kann ich auf das Bestimmteste versichern, dass die Flechte daselbst von 900—1900 *m*, also in Höhenlagen, wo wie gesagt *Pseudevernia olivetorina* so gemein ist, vollständig fehlt.

---

1) Meine Beobachtungen wurden gemacht im Gotthardgebiet, speziell im Val Piora, wo ich mich seinerzeit vier Wochen aufhielt; in den Ötztaler Alpen, von Sölden aus, wo ich im Jahre 1902 mehrere Wochen verweilte; am Arlberg und im Verwalltale bis zum Pateriol hinauf von St. Anton aus, das ich mehrmals je drei Wochen lang besuchte und von wo ich auch Exkursionen ins Moostal, Rendeltal und Malfontal unternahm; ferner in Südtirol, besonders in den Bergen des Grödener Tales, die ich zweimal je vier Wochen lang von St. Ulrich aus besuchte, und in den Ampezzaner Alpen zwischen Schluderbach und Ampezzo; endlich auch in den bayerischen Alpen, speziell in den Umgebungen von Garmisch und Partenkirchen, wo ich gleichfalls bis zu höheren bewaldeten Lagen, u. a. dem Schachen, nach Pseudevernien fahndete.

2) Ich selbst habe sie dort noch nicht gesehen, aber Herr H. Sandstede sandte mir Exemplare, wenn ich nicht irre, von zwei Stellen.

Dagegen ist sie in der norddeutschen Tiefebene, von Westfalen bis Ostpreussen hin, bekanntlich eine an Laubbäumen und Koniferen überaus häufige Erscheinung. Auch im Hügel- und Berglande tritt sie im allgemeinen noch häufig auf, so nach meinen eigenen Erfahrungen in der Sächsischen Schweiz, den Vorbergen des Harzes, dem Sauerland, der Eifel. In letzteren beiden Gebirgen fand ich sie an Chausseebäumen noch bis zu 700 *m* massenhaft vor. Höher hinauf scheint sie im Harz, im Sauerlande, in der Eifel, im Schwarzwald (wo ich meine Studien in der weiteren Umgebung von Oberthal in Württemberg machte) stets von *Pseudevernia ceratea* (Ach.) vertreten zu werden, über 1000 *m* hinaus tritt dann *Pseudevernia olivetorina* auf.

Es ergibt sich aus diesen tatsächlichen Befunden die interessante Tatsache, dass *Pseudevernia olivetorina* und *furfuracea* bezüglich der vertikalen Verbreitung durchaus verschieden sind. Erstere stellt im allgemeinen eine Hochgebirgsflechte dar, letztere eine Flechte der Niederungen und des Berglandes.

In dieser Tatsache liegt ein weiteres wichtiges Moment zur Unterscheidung von *Pseudevernia olivetorina* und *furfuracea*.

Ich hatte früher loc. cit. gezeigt, dass *Pseudevernia olivetorina* und *isidiophora*, im Gegensatz zu *furfuracea*, keine Furfuracinsäure enthalten, und dass daher der ätherische Auszug dieser beiden Flechten nicht rot oder rotgelb, sondern grün gefärbt erscheint.

ELENKIN erhielt nun aus seiner stark scobicinen, die rote Chlorkalkreaktion gebenden Flechte mit Äther ebenfalls einen grünen Auszug. Das hätte ihn im Verein mit der Chlorkalkreaktion doch erst recht darauf bringen müssen, dass seine Flechte nicht *furfuracea* sondern *olivetorina* darstelle.

Trotzdem erklärt er sie für *furfuracea* und lässt sich dadurch zu dem Fehlschluss verleiten: *Pseudevernia furfuracea* kann von Furfuracinsäure frei sei. Ja er geht in seinen Schlüssen noch weiter, indem er bemerkt, die Abwesenheit der Furfuracinsäure, wie sie der grüne ätherische Auszug seiner Flechte zeige, „sei für *Pseudevernia isidiophora* Zopf charakteristisch", folglich seien *Pseudevernia isidiophora* Zopf und *Pseudevernia furfuracea* (L.) identische Dinge.

Man sieht also, wie ELENKIN auf Grund der verkehrten Annahme, dass seine stark scobicine, die rote Chlorkalkreaktion gebende Flechte *Evernia furfuracea* (L.) sein müsse, zu einer ganzen Reihe von Trugschlüssen kommt.

Auf diesen Trugschlüssen baut sich sodann sein Gesamtresultat auf, welches lautet: „Alle Arten von Zopf (*Evernia furfuracea*, *Evernia isidiophora*, *Evernia ceratea* und *Evernia olivetorina*, mit Ausnahme vielleicht der *Evernia soralifera*) sind für eine selbständige Art *Evernia furfuracea* (L.) Mann zu halten."

Münster, Botanisches Institut der Universität.

Erklärung der Abbildungen.

Zwei, die extremsten Wuchsformen veranschaulichende Exemplare von *Pseudevernia olivetorina* Zopf, in natürlicher Grösse.

Das obere Exemplar stammt von einer Kiefer im Val Piora (Gotthardgebiet) aus etwa 1950 *m* Höhe. Es ist relativ breitlappig, glatt (mit kaum hervortretenden Isidien) und fruktifiziert.

Das untere Exemplar ist schmalblätterig, stark scobicinös und steril. Ich habe es einer Kiefer der Halbinsel Kullen an der Westküste Schwedens entnommen.

---

73. L. Jost: Zur Physiologie des Pollens.

Eingegangen am 19. Dezember 1905.

Die Beobachtung, dass die Keimung der Pollenkörner nicht notwendig an die Narbe gebunden ist, scheint bald nach der Entdeckung des Pollenschlauches gemacht worden zu sein. Es findet sich wenigstens schon in MOHL's (1834) Buch über die Pollenkörner eine Angabe, wonach dieser Forscher die Bildung von Pollenschläuchen in Wasser z. B. bei *Morina* konstatiert hat; er fügt (l. c. S. 27) hinzu, dass die in Wasser gebildeten Röhren nicht so lang zu sein pflegten, wie die auf der Narbe entstandenen. Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts war es jedenfalls allgemein bekannt, dass die Pollenkörner in zuckerhaltigen Säften leicht Schläuche bilden (man vergl. SCHLEIDEN, 1849, S. 360); es ist also zweifellos unrichtig, wenn man VAN TIEGHEM (1869) diese Entdeckung zuschreibt. Der genannte Forscher gab, wohl angeregt durch die Erfahrungen PASTEUR's über die Ernährung der Schimmelpilze, den Pollenkörnern vollständige Nährlösungen, die neben Aschebestandteilen auch Zucker oder ähnliche Substanzen und weinsaures Ammoniak zur Deckung des C- und N-Bedarfes enthielten, doch bemerkt er ausdrücklich, dass manche Pollenkörner auch in Wasser keimen. Die guten Erfolge, die er mit seiner Nährlösung erzielt haben will, konnten späterhin nicht bestätigt werden. ELFVING (1879) zeigte vielmehr, dass VAN TIEGHEM's Angaben teils unrichtig, teils so ungenau sind, dass man sie nicht kontrolieren kann, und er kehrte wieder zur ausschliesslichen Verwendung von Rohrzucker zurück, der in einer je nach Spezies wechselnden Konzentration die beste Wirkung tat. Mit Rohrzuckerlösungen sind dann zahllose Pollenkeimungen erzielt worden, und namentlich RITTINGHAUS (1887) und MOLISCH (1893) haben in vielen Fällen die optimale Konzentration derselben bestimmt. So galten die Rohrzuckerlösungen, die durch Zusatz von Gelatine (KNY 1881) oder von Agar-Agar (MANGIN 1886) fest gemacht werden konnten, ganz allgemein als das beste künstliche Substrat für die Pollenkeimung, bis MOLISCH (1893) zeigte, dass die Pollenkörner von *Rhododendron*; die in Zucker und auch in Wasser nicht keimen, durch Zusatz von etwas organischer Säure (am besten Äpfelsäure) zum Wasser sofort zur Keimung gezwungen werden können. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist hier Äpfelsäure oder eine ähnliche Säure auch im Narbensekret enthalten, denn der Zusatz der Narbe zu einem Wassertropfen übt denselben Wachstumsreiz aus, wie die Säure. Im Anschluss an MOLISCH hat dann BURCK (1900) gezeigt, dass vielfach von der Narbe oder einem Bruchteil von ihr ein kräftiger chemischer Reiz auf die Pollenkörner ausgeht, der in gewissen Fällen durch Lävulose bewirkt wird. Zuvor aber hatte LIDFORS (1896 und 1899, I) darauf hingewiesen, dass es sich bei der künstlichen Pollenkultur nicht nur um die Darbietung von Keimung fördernden, sondern auch um die Fernhaltung von hemmenden Stoffen handle. Als hemmend aber hatte er gewisse Mineralsalze, vor allem Calciumverbindungen erkannt. Demnach fand er, dass zahllose Pollenkörner, die in kalkhaltigem Leitungswasser zugrunde gehen, in destilliertem Wasser leicht keimen. Wenn wir zum Schluss noch anführen, dass manche Pollenkörner schon in feuchter Luft auskeimen (LONGO 1903), so dürfte damit die Übersicht über die bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiete vollständig sein.

Nun gibt es aber eine nicht ganz geringe Zahl von Pollenkörnern, deren künstliche Keimung bis zum heutigen Tage nicht erzielt werden konnte, wir nennen u. a. den Pollen der Gramineen-Umbelliferen, Malvaceen und Kompositen. MOLISCH (1893, S. 430) schreibt über diese: „Es ist zu hoffen, dass es gelingen dürfte, diese Pollenkörner zur Keimung zu bringen, sicherlich dann, wenn man zu den Versuchen zufällig jene Substanzen heranziehen sollte, welche von den Narben ausgeschieden werden und die Keimung anregen. Denn dass in allen diesen Fällen bestimmte, im Narbensekret vorkommende Stoffe die Keimung ermöglichen, kann wohl keinem Zweifel unterliegen.“ — Bei Gelegenheit von Studien, die ich später publizieren zu können hoffe, stiess ich auf die Frage nach der Keimung des Gramineenpollens, und nach mehrfachen vergeblichen Versuchen gelang es mir, ihn auf künstlichen Substraten zur Keimung zu bringen. Im folgenden berichte ich über meine Resultate und über den Weg, auf dem ich zu ihnen gelangt bin.

Über Versuche, den Gramineenpollen ohne Narbe zur Keimung zu bringen, liegen Mitteilungen von ELFVING (1879, S. 16), LIDFORS (1899 I, S. 271) und HANSGIRG (1897) vor. ELFVING hat mit durchaus negativem Erfolg „reines Wasser, Zuckerlösungen von einprozentiger Konzentration bis zu Sirupsdicke, Lösungen von saurem weinsaurem Ammoniak, Gummi arabicum, salpetersaurem Kali, kohlensaurem Natron, teils allein, teils gemischt“ versucht. LIDFORS beschreibt völlige Misserfolge mit verschiedenen Zuckerarten (Rohrzucker, Milchzucker, Traubenzucker, Fruchtzucker, Inulin, Galaktose), die teils allein, teils nach Zusatz von Säuren (Äpfelsäure, Weinsäure, Citronensäure) benutzt wurden. Über den ersten positiven Erfolg hat HANSGIRG berichtet, der Pollen von *Phalaris brachystachya* „in reinem Wasser ausgiebig und gut keimen“ sah. Obwohl er bei *Dactylis glomerata* und *Sesleria varia* so wenig Erfolge zu verzeichnen hat, wie die anderen Autoren, so hätte ich durch seine Erfahrungen mit *Phalaris* doch rascher auf den richtigen Weg kommen können, als es mir in Wirklichkeit gelang; leider lernte ich aber HANSGIRG's Abhandlung zu spät kennen.

Beim Beginn meiner Untersuchungen war ich von der Richtigkeit der oben zitierten Ansicht MOLISCH's überzeugt und suchte nach den chemischen Substanzen, die den Gramineenpollen zur Keimung reizen sollten. Es boten sich dazu zwei Wege: willkürliches Durchprobieren verschiedener Chemikalien in wechselnder Konzentration oder Zusatz der Narbe zum Kulturtropfen. Neben den schon von LIDFORS erfolglos probierten Kohlenhydraten richtete ich mein Augenmerk auf stickstoffhaltige Körper, zumal auf Eiweisskörper, von denen LIDFORS (1899, II) nachgewiesen hat, dass sie gewisse Pollenschläuche stark chemotropisch beeinflussen. Es wurden also die Pollenkörner auf dem Objektträger in kleinen Flüssigkeitstropfen ausgesät, die neben Wasser ein Stückchen der entsprechenden lebenden Narbe oder einen Zusatz von Asparagin, Pepton, Hühnereiweiss, Blattdekokt (Gräser), Narbendekokt oder Narbenpresssaft enthielten. Die Mitteilung dieser mit *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, *Bromus mollis*, *Glyceria aquatica* und *Secale Cereale* ausgeführten Versuche wäre zwecklos, da sie vollkommen ergebnislos blieben. Eine Keimung trat nirgends auf den gegebenen Substraten ein; der Pollen ging zugrunde, manchmal, indem er rasch platzte, manchmal, nachdem er ohne zu platzen mächtig aufgeschwollen war und grosse Vakuolen gebildet hatte, in wieder anderen Fällen starb er ohne vorhergehende sichtbare Veränderung. Gleichzeitig im Freien gesammelte und frisch verwendete Pollenkörner konnten event. auf einem Objektträger diese drei verschiedenen Formen des Absterbens aufweisen. Somit waren keine sicheren Schlüsse zu ziehen, worin die ungünstige Wirkung der verwendeten Substrate lag. Man konnte zunächst daran denken, dass Luftmangel die Keimung hindere, dass der Pollen also im Wasser gewissermassen ersäuft werde. Deshalb kamen dieselben Kulturmedien nochmals zur Verwendung, nachdem sie durch Gelatine oder Agar-Agar in einen festen Zustand übergeführt waren. Dadurch wurde ein Untersinken der Pollenkörner verhindert, in den Ergebnissen aber änderte sich nichts. Das Platzen vieler Pollenkörner brachte mich nun auf die Vermutung, es könne eine zu rasche Wasseraufnahme erfolgen, die sich vielleicht durch Zusatz von Zuckerlösungen verlangsamen liesse. Dass auch so kein Erfolg zu erzielen war, nahm freilich wenig Wunder, denn schon VAN TIEGHEM hatte beobachtet, dass das Platzen der Körner durch verschiedene Schädigungen herbeigeführt werden kann und durchaus nicht immer auf einer zu starken Wasseraufnahme beruht; Körner von *Ricinus* z. B. platzten im Wasser nicht, wohl aber in einer konzentrierten Gummilösung.

So stand ich im Begriff, LIDFORS Erfahrungen über chemotropische Erfolge bei Pollenschläuchen zu folgen und Eiweisskörper zu versuchen, die aschenfrei waren. Allein die häufig gemachte Beobachtung, dass einzelne, in der Nähe des Kulturtropfens einfach auf dem Objektträger im feuchten Raum liegende Körner (*Dactylis*, *Arrhenatherum*, *Secale*, *Glyceria*) keimten, brachte mich auf eine andere Fährte. Diese Beobachtung machte es doch sehr wahrscheinlich, dass die Hauptkeimungsbedingung eine mässige Wasserzufuhr sei. Eine mikroskopische Untersuchung der Grasnarben konnte diese Vermutung nur unterstützen. Bringt man die Narbe (*Secale*) ohne Wasserzusatz unter das Deckglas, so findet man keine grösseren Flüssigkeitstropfen auf ihr; dass ihre Oberfläche aber mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht überzogen ist, sieht man an den Stellen, wo die einzelnen Zellen an das Deckglas anstossen, denn hier sammelt sich bald etwas Wasser an. Auch kann man aus dem Umstand, dass Pollenkörner und Staubpartikelchen fest an der Narbe haften, auf diese Flüssigkeitsschicht schliessen, und zudem kann man beobachten, wie trockener eingefalteter Graspollen in kurzer Zeit durch Schwellen sich abrundet und alsbald zu keimen beginnt. Die Keimung ist aber nicht an die arteigene Narbe geknüpft (vgl. auch STRASBURGER, 1886); der Pollen von *Secale* keimt auf der Narbe von *Avena planiuscula*, der von *Dactylis* war sogar auf Narben ganz ferne stehender Pflanzen zur Keimung zu bringen, so auf *Scirpus lacustris*, *Plantago lanceolata*, *Centaurea* sp., nicht aber auf *Rumex acetosa*. Das spricht doch sehr dafür, dass hier nicht eine ganz spezifische chemische Verbindung den Keimungsreiz auslöst, sondern dass es sich wesentlich um die Herstellung bestimmter physikalischer Bedingungen, langsame oder wenig ausgiebige Wasserzufuhr handelt. Immerhin war die Ausscheidung von anderen

Stoffen als von Wasser bei diesen Narben nicht ausgeschlossen, und ich sah mich deshalb nach anderen lebenden Objekten um, die man in Beziehung auf ihre Wasserabgabe der Grasnarbe an die Seite stellen konnte. Die Zellen der Gramineennarbe sind, wie schon STRASBURGER (1884) fand, mit einer äusserst zarten Kutikula bedeckt; diese besteht aus Korksubstanz, denn sie färbt sich mit Sudan III rot. In ihrer geringen Dicke erinnert diese Kutikula an die mancher Wasserpflanzen, und solche wurden dann auch als Substrat für den Gramineenpollen verwendet. Gleich der erste Versuch brachte einen vollen Erfolg: *Dactylis*-Pollen keimte auf der Unterseite der Blätter von *Limnanthemum nymphaeoides* in einer Reichlichkeit, wie sie noch nie auch nur annähernd erzielt worden war. Das Blatt war mit Filtrierpapier abgetrocknet worden und schwamm mit der Oberseite auf Wasser. Manche Stellen der an die Luft ragenden Unterseite wurden stark nass, andere sahen trocken aus, und an letzteren allein keimte der Pollen. Später zeigte sich, dass das abgetrocknete Blatt einfach auf den Tisch oder auf eine Glasplatte gelegt werden kann, und dass, während es daselbst langsam eintrocknet, die Keimung des Pollens vortrefflich vonstatten geht. Die Pollenschläuche sind sehr zart und schmiegen sich, wie das schon STRASBURGER manchmal auf der Narbe beobachtet hat (1884, S. 39), dem Pollenkorn ganz dicht an; schliesslich wachsen sie auch noch, ohne einzudringen, eine Strecke auf der Oberfläche des Blattes hin. Das Blatt aber ist undurchsichtig, und in auffallendem Licht sind die Keimschläuche schwer zu sehen. Deshalb wurden einige Stunden nach dem Aufbringen des Pollens Flächenschnitte von dem Blatt hergestellt und diese nach Behandlung mit Alkohol und Glyzerin zur Beobachtung unter das Mikroskop gebracht.

Ähnliche Erfolge wie mit *Limnanthemum* erzielte ich auch mit der Unterseite der Schwimmblätter von *Hydrocharis*. Die Oberseite der Blätter beider Pflanzen erwies sich als ganz ungeeignet. Positive Ergebnisse wurden ferner auf den Blütenblättern von *Gloxinia hybrida* und auf jugendlichen Laubblättern von *Adiantum Capillus Veneris* erzielt, negative auf den Schwimmblättern und den untergetauchten Blättern von *Nuphar*, auf *Elodea*, auf *Tropaeolum*-Blüten und auf den Laubblättern von *Impatiens parviflora*. Diese Organe liessen vermutlich zum Teil zu viel, zum Teil zu wenig Wasser durch. Dass eine so derbe Kutikula, wie sie das *Aloë*-Blatt aufweist, zu wenig permeabel sei, um Pollenkeimung zu ermöglichen, das war selbstverständlich; als aber der Pollen, nach Abtragung der Epidermis durch einen Flächenschnitt, auf das unterliegende Gewebe gebracht war, keimte er ganz gut.

Die geschilderten Versuche wurden am häufigsten mit *Dactylis glomerata* und *Arrhenatherum elatius* angestellt. Es ist allen Forschern, die sich mit der Keimung von Pollenkörnern beschäftigt haben, aufgefallen, wie wenig bequem diese Objekte sind wegen ihrer anscheinenden „Launenhaftigkeit“. Pollenkörner, der gleichen Anthere entnommen, weisen in ihren Keimungsansprüchen, in der Wachstumsgeschwindigkeit der Schläuche, ja selbst in der Resistenz gegen Schädigungen ganz beträchtliche Differenzen auf. So durfte ich mich nicht wundern, wenn von dem Graspollen stets nur ein nicht gerade grosser Prozentsatz keimte, und wenn manchmal ohne ersichtlichen Grund überhaupt keine Keimung eintrat. Ganz besonders schwierig erwies sich der Roggen, der nur selten auf *Limnanthemum* keimte. Dennoch glaube ich nicht, dass er wesentlich andere Ansprüche macht als *Dactylis*.

Die bisherigen Erfolge machten es gewiss wahrscheinlich, dass eine begrenzte Wasserzufuhr die gesuchte Keimungsbedingung für den Gramineenpollen sei, aber ganz überzeugend waren sie doch noch nicht. Die Unterlage konnte ja durch ihre Lebenstätigkeit von Einfluss gewesen sein, sie konnte Stoffe irgend welcher Art ausgeschieden haben. Zunächst war an Gase zu denken. Da die Keimung am Licht ebensogut eintrat wie im Dunkeln, so war eine Einwirkung des beim Assimilationsgaswechsels auftretenden Sauerstoffes ausgeschlossen. Dass die Atmungskohlensäure nicht beteiligt sei, schien am bequemsten zu erweisen, wenn es gelang, die Pollenkeimung auch auf dem toten Blatt zu erzielen. Ein etwaiger Misserfolg hätte freilich nichts Positives über die Einwirkung der CO_2 ausgesagt. Tatsächlich aber gelang die Keimung von *Dactylis*-Pollen auf abgekochten Blättern von *Limnanthemum* sehr gut, sogar auf der Oberseite, die sich im lebenden Zustand als ungeeignet erwiesen hatte. Auch die Unterseite gekochter *Menyanthes*-Blätter, die lebend nicht untersucht worden war, erlaubte die Keimung ganz befriedigend.

Neben Gasen war an die Abgabe von gelösten Stoffen von seiten der Blätter zu denken, die natürlich durch das Abkochen eventuell beschleunigt werden konnte. Bekannt ist ja vor allem, dass gerade die Wasserpflanzen Alkalien abgeben (man vgl. PFEFFER 1897, 114 und die dort zitierte Litt.); ebensogut konnten aber auch andere Stoffe in Betracht kommen. In Anbetracht der zahllosen Möglichkeiten hat es natürlich keine Bedeutung, wenn nachgewiesen werden konnte, dass der Zusatz von kohlensaurem Kalk oder von kohlensaurem Natron ($1^0/_{00}$) zu Wasser oder Agar keine Keimung verursacht. Deshalb suchte ich unter Vermeidung komplizierter, lebender Substrate den Nachweis direkt zu führen, dass wirklich nur Wasser und zwar Wasser in sehr beschränkter Menge zur Keimung des Graspollens nötig ist. Mehrere Wege schienen gangbar. Man konnte dem Pollenkorn entweder die nötige Feuchtigkeit in der Luft oder im Substrat bieten. Im letzteren Fall wären die Verhältnisse der Narbe am besten imitiert worden, wenn Wasser oder Agar mit einer dünnen, der Kutikula entsprechenden, relativ schwer permeablen Haut überdeckt worden wäre — doch fand sich bis jetzt keine derartige Substanz; Kollodium, das versucht wurde, war offenbar zu wenig permeabel. Andrerseits musste es auch gelingen die Wasserabgabe an das Pollenkorn dadurch zu erschweren, dass man das Wasser in ein Substrat einlagerte, wo es durch Quellungskräfte oder ähnlich festgehalten wurde.

Eine grosse Menge von Versuchen wurde ausgeführt. Zunächst wurden die Pollenkörner auf eine trockene Glasplatte ausgesät, die am einen Ende an ein Schälchen mit Chlorcalcium oder Schwefelsäure, am anderen an ein Gefäss mit Wasser grenzte. Das Ganze kam dann in eine niedrige, feuchte Kammer. So hoffte ich die Luftfeuchtigkeit von der vollen Dunstsättigung bis zu relativ grosser Trockenheit abzustufen In der Tat gelang es manchmal, einzelne *Dactylis*-Körner, die in der Nähe der Wasserschale lagen, keimen zu sehen. Da aber gelegentliche Keimungen in jedem feuchten Raum beobachtet wurden, war mit der neuen Methode wenig gewonnen. Deshalb ging ich zu Substraten über, die Wasser kapillar oder durch Quellung festhalten können. Angefeuchtete Platten aus Gips oder Ton, Gelatine von 40 bis 50 pCt. Wassergehalt wurden verwendet. Auf Gips ergaben sich geringe, auf den anderen Körpern gar keine Erfolge. Wahrscheinlich hätte konzentrierter Agar an Stelle von Gelatine bessere Dienste getan; ich wusste aber damals noch nicht, dass Gelatine manchen Pollenkörnern wenig zuträglich ist. Günstig erwies sich dann in der Folge Stärkekleister, der aus Kartoffelstärke mit wenig Wasser hergestellt wurde. Bestand der Kleister aus 5 bis 8 Teilen Wasser auf einen Teil Stärke, so habe ich nie *Dactylis*-Pollen auf ihm keimen sehen; wohl aber auf 1 bis 2 Teilen Wasser mit 1 Teil Amylum. So schien es möglich, mit diesem Material direkt den optimalen Wassergehalt des Substrates zu bestimmen, allein dem traten neue äussere Schwierigkeiten entgegen. Kocht man z. B. 1 Amylum mit 2 Wasser auf, so gelingt es selbst unter Druck nicht, einen homogenen Kleister zu erhalten, es bleiben vielmehr einige Stellen der Stärke unverkleistert, während andere relativ mehr Wasser aufnehmen. Auch wenn man von einem homogenen Kleister (1 Amylum und 6 Wasser) ausgeht und diesen durch Wasserverdampfung zu konzentrieren sucht, so bleibt der Wassergehalt nicht in der ganzen Masse gleichmässig. Deshalb kann ich nur sagen, dass eine Zusammensetzung aus ungefähr 25 Stärke und 75 Wasser eine gute Wirkung hat.

An die Versuche mit Stärkekleister, die wegen etwaigen Zucker- oder Dextringehaltes nicht ganz eindeutig waren, schlossen sich solche mit Pergamentpapier an, das den Vorzug hat, bei der

Quellung nur etwa die Hälfte seines Gewichtes an Wasser aufzunehmen. Das in reinem Wasser eingequellte Papier kam auf einen Objektträger, der in der feuchten Kammer stand. *Dactylis* keimte auf diesem Substrat sehr gut, selbst dann, wenn das Papier an der Luft austrocknete oder wenn es durch einseitiges Eintauchen in Wasser mässig feucht gehalten wurde. Da der Gramineenpollen, wenn er überhaupt keimt, sehr rasch mit der Keimung beginnt, so genügen so kleine Wassermengen völlig zur Erzielung von Keimschläuchen. Sehr lang werden diese ohnehin nicht, auch wenn sie lange Zeit unter gleichen äusseren Bedingungen gehalten werden, wie z. B. auf *Limnanthemum*.

Hiermit halte ich die aufgeworfene Frage für erledigt und die Vermutung, dass bei den Gramineen eine gewisse geringe Wasserzufuhr Keimungsbedingung sei, wenigstens für gewisse Formen für erwiesen. Der weiteren Frage, ob sich andere Spezies anders verhalten, konnte ich im Laufe des Sommers und Herbstes nur wenig Zeit widmen, und Zeit braucht man zu solchen Untersuchungen mehr als billig, weil eben negative Ergebnisse in Anbetracht der individuellen Differenzen so wenig bedeuten. Am eingehendsten studierte ich noch *Zea Mays*. Der Pollen erwies sich sichtlich weniger empfindlich gegen grössere Wassermengen wie der von *Dactylis*. Er keimte nicht nur auf Pergamentpapier, das mit Wasser oder 10 pCt. Zucker durchtränkt war, sondern auch auf Agar von 8 pCt. und sogar von 2 pCt. — ja selbst auf feuchtem Filtrierpapier traten einzelne Schläuche auf. So dürfte der Mais einen Übergang zu der von HANSGIRG beobachteten *Phalaris* bilden, die in reinem Wasser keimt. Übrigens platzten viele Maiskörner noch nachträglich, nachdem sie Schläuche entwickelt hatten. Weiter konnte Keimung beim Mais beobachtet werden, wenn frische Pollenkörner aufgehäuft wurden; dann geben offenbar einzelne Körner Wasser ab, andere nehmen es auf und keimen. Auf 25 pCt. Gelatine konnte ich keine Keimung erhalten, was mit der soeben erwähnten ungünstigen chemischen Wirkung dieses Stoffes zusammenhängen dürfte.

Zum Schluss noch einige ganz gelegentliche Beobachtungen! Bei *Sorghum vulgare* fand ich die in den Antheren zurückgebliebenen Pollenkörner in Keimung. *Tripsacum dactyloides* scheint sich nach seinem Verhalten auf Pergamentpapier und Agar ganz wie *Zea* zu verhalten. Der Pollen von *Zizania aquatica*, der auf der Narbe prompt keimt, konnte auf *Limnanthemum*, auf Pergamentpapier mit Wasser oder Zucker, auf Agar usw. nicht zur Keimung gebracht werden. Eine frühzeitig im September eintretende Kälte verhinderte mich, diesen Pollen noch weiter zu untersuchen. Im Spätherbst sah ich noch Pollen von *Poa annua* auf Agar 8 pCt., auf Stärke (1 zu etwa 4 Wasser) mässig keimen, und auf einem Objektträger, der mit dem Pollen dieser Pflanze bestäubt, in die feuchte Kammer gestellt wurde, beobachtete ich so zahlreiche und lange Keimschläuche wie bei keinem Gras zuvor.

Ehe wir die Gramineen verlassen, sei noch darauf hingewiesen, dass die Keimungsdauer ihres Pollens eine auffallend geringe ist. Zwei Tage lang trocken aufbewahrter Maispollen keimte nur noch mässig, drei oder vier Tage alter gar nicht mehr. Für *Dactylis* habe ich nur gelegentliche Beobachtungen, nach denen acht Tage alter Pollen sicher keimungsunfähig ist. Roggenpollen, der früh morgens gesammelt war, schien (bei Versuchen mit der Narbe) oft schon am Nachmittag in seiner Keimfähigkeit beschränkt. Nach den Beobachtungen MANGIN's (1886) findet sich eine ähnlich kurze Dauer der Keimfähigkeit auch bei anderen Pflanzen.

Meine nächste Aufgabe sah ich darin, zu untersuchen, ob auch die Pollenkörner anderer Pflanzen ähnliche Ansprüche machen, wie die der Gramineen. Ich dachte zunächst an Windblütler, musste mich aber durch eigene Versuche an *Typha*, *Cannabis*, *Urtica* und dann durch die Angaben von ELFVING, RITTINGHAUS, MOLISCH, LIDFORS, HANSGIRG, überzeugen, dass jedenfalls die grosse Mehrzahl derselben teils in reinem Wasser, teils in Zuckerlösungen keimt. Nur einige Carices dürften eine Ausnahme machen. Für solche, die trockene Standorte bewohnen, fand LIDFORS Wasser schädlich, und bei Versuchen mit *Carex verna* Vill. fand ich in Zuckerlösung oder in angesäuerter Zuckerlösung gar keine Keimung; in Wasser keimten die Körner schlecht, dagegen in feuchter Luft vortrefflich. Natürlich beweist ein einzelner Versuch sehr wenig. Weiter habe ich aber die Sache nicht verfolgt, weil meine Zeit mit Untersuchungen über das Verhalten der Kompositen und Umbelliferen in Anspruch genommen war. Wie schon früher bemerkt, ist bei diesen grossen Pflanzenfamilien bisher eine Pollenkeimung auf künstlichem Substrat nicht gelungen. Es musste also versucht werden, ob sie etwa ähnliche Ansprüche machen, wie die Gräser.

Für die Kompositen bemerkt LIDFORS, dass er die verschiedensten Kulturflüssigkeiten ohne Erfolg geprüft habe. Meine ersten Versuche ergaben bei Aussaat von Kompositenpollen auf *Limnanthemum* oder wasserdurchtränktem Pergamentpapier gänzlich negative Resultate. Gleichfalls resultatlos blieben Aussaaten auf Agar (etwa 1 pCt.), dem nachfolgende Substanzen zugesetzt waren: Rohrzucker (10 pCt), Maltose (10 pCt.), Lävulose (1 pCt.), Mannit (10 pCt.), Asparagin (1 pCt.), Pepsin (1 pCt.), Trypsin (1 pCt.), Trypsin (1 pCt.) + Fibrin. Dagegen traten kurze, aber ganz sicher zu beobachtende Keimschläuche auf, als *Centaurea* (*Chartolepis*) *Biebersteinii* und *Onopordon illyricum* auf Pergamentpapier, das mit

Zuckerlösungen durchtränkt war, ausgesäet wurden. Es war kein wesentlicher Unterschied zu bemerken, ob dabei Rohrzucker, Maltose, Dextrose oder Lävulose Verwendung fand. Diese wurden gewöhnlich in 10 prozentiger Lösung benutzt, doch wurde auch in 2 prozentigem, 20 prozentigem und 40 prozentigem Rohrzucker eine Keimung beobachtet. Da stets nur einzelne Körner Keimschläuche entwickelten, war es mir nicht möglich festzustellen, ob ein bestimmter Zucker oder eine bestimmte Konzentration eine optimale Wirkung hatten.

Neben den genannten Cynareen konnte unter den gleichen Bedingungen Keimung beobachtet werden bei einigen Heliantheen (*Silphium* sp., *Rudbeckia laciniata*, *Helianthus annuus*), Anthemideen (*Matricaria Chamomilla*) und Arctotideen (*Venidium calendulaceum* und *Cryptostemma calendulaceum*). Einige Spezies aus diesen Gruppen, die bisher ohne Erfolg in Untersuchung genommen wurden, zähle ich nicht auf. Dagegen muss ich erwähnen, dass alle bisher untersuchten Cichoriaceen (z. B. *Barkhausia rubra*, *Mulgedium albanum* und *Tolpis barbata*) niemals keimten. Ich zweifle nicht daran, dass bei ihnen, die ja offenbar den anderen Kompositen ferner stehen, auch andere, noch unbekannte Keimungsbedingungen herrschen. Ausser den bisher verwendeten, in Pergamentpapier eingelagerten Stoffen wurde hier auch noch Inulin versucht — gleichfalls ohne Erfolg.

Erwähnt sei noch, dass der Pollen von *Onopordon illyricum* gut auf der Narbe von *Anthoxanthum* keimt. Diese Beobachtung, die ich bis jetzt nicht weiter verwerten konnte, dürfte in mehrfacher Hinsicht wichtig sein. Erstens wird man aus ihr schliessen müssen, dass die Narbe dieses Grases Zucker ausscheidet; man wird fragen, ob der Pollen von *Anthoxanthum* Zucker zur Keimung nötig hat und ob Zucker auch bei anderen Gräsern ausgeschieden wird, die ihn nicht zur Pollenkeimung brauchen. Eventuell könnte ja der Zucker auch für das Festkleben des Pollens von Bedeutung sein. Man wird aber weiter aus dieser Beobachtung entnehmen, dass ein Studium der Pollenkörner von unbekannten Keimungsbedingungen auf artfremden Narben mancherlei Fingerzeige geben dürfte für die Ansprüche, die sie machen.

Mit den gleichen Methoden wie die Kompositen habe ich auch einige Umbelliferen (*Heracleum*, *Pastinaca* und *Anethum*) untersucht: bis jetzt ohne jeden Erfolg. Dass aber auch sie noch zu bezwingen sein werden, kann man aus der Beobachtung HANSGIRG's schliessen, wonach *Hacquetia Epipactis* in Wasser keimt. — Meine Beobachtungen über Cucurbitaceen und Malvaceen sind noch sehr fragmentarisch und können deshalb nicht mitgeteilt werden.

Der Umstand, dass unter den oben näher präzisierten Bedingungen die Keimschläuche der Gräser nur eine geringe Länge erreichen und die der Kompositen noch viel kürzer bleiben, muss man schliessen, dass die Keimungsbedingungen und die Bedingungen für das weitere Wachstum keineswegs die gleichen sind, was ja auch schon anderwärts (Pilze) konstatiert worden ist. Auf die Wachstumsbedingungen der Pollenschläuche komme ich in einer weiteren Mitteilung zurück.

Wenn wir nun zum Schlusse den Versuch machen, eine kurze zusammenfassende Darstellung der in der bisherigen Literatur und in dieser Mitteilung beschriebenen Keimungsbedingungen der Pollenkörner zu geben, so können wir drei Typen unterscheiden:

I. Die Pollenkörner brauchen zur Keimung nichts als Wasser. (Man vergleiche besonders LIDFORS 1896 und 1899 I.). Manche Zusätze, vor allem Mineralsalze, wirken nur hemmend. Eine besondere Stellung innerhalb dieses Typus nehmen die Gräser ein, die nach den oben mitgeteilten Beobachtungen nur dann keimen, wenn sie eine sehr beschränkte Wassermenge aufnehmen können.

II. Die Pollenkörner bedürfen zur Keimung ausser Wasser einer sehr geringen Menge einer ganz bestimmten chemischen Substanz, die in der Narbe enthalten ist. In einigen Fällen wirkt die Lävulose (BURCK 1900), in anderen organische Säuren (MOLISCH 1893), in weiteren noch unbekannte Stoffe als auslösender Reiz.

III. Die Pollenkörner keimen nur in einer Zuckerlösung von ganz bestimmter Konzentration (vergl. besonders MOLISCH 1893). Ob hier der Zucker ernährend oder durch seine osmotischen Eigenschaften wirkt, also eine zu lebhafte Wasseraufnahme verhindert, ist noch unbekannt. Möglich wäre ja, dass er wie die unter II. genannten Stoffe chemisch reizt, dass er die Schädigung von Giften (Mineralsalzen) paralysiert (LIDFORS 1896) oder dass er mehrere dieser Wirkungen gleichzeitig ausübt. Zu dieser Gruppe gehören auch die Pollenkörner der Kompositen, von denen gezeigt werden konnte, dass sie nur bei Gegenwart von sehr geringen Zuckermengen zu keimen vermögen.

Es ist nicht unwahrscheinlich, dass auch bei der Keimung anderer Sporen, insbesondere bei den Pilzen, sich die gleichen Typen auffinden lassen dürften.

Literatur.

BURCK (1900), Preservatives on the stigma against the germination of foreign pollen. (K. Ak. v. Wet. Amsterdam. Proceedings.)

ELFVING (1879), Studien über die Pollenkörner der Angiospermen. (Jen. Zeitschr. für Naturw. **13,** N. F. 6.)

HANSGIRG (1897), Beiträge zur Biologie und Morphologie des Pollens. (Sitzungsber. der Kgl. Gesellsch. der Wiss. zu Prag, Math.-naturw. Cl.)

KNY (1881), Sitzungsberichte des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg. **23.**

LIDFORS (1896), Zur Biologie des Pollens. (Jahrb. für wiss. Botan. **29,** 1.)

— (1899, I). Weitere Beiträge zur Biologie des Pollens. (Ibid. **33,** 232.)

— (1899, II). Über den Chemotropismus der Pollenschläuche. (Ber. der Deutschen Bot. Gesellsch. **17,** 236.)

LONGO, B. (1903), Ricerche sulle Cucurbitacee. (Reale Accad. dei Lincei, Anno 300.)

MANGIN (1886), Recherches sur le pollen. (Bull. soc. bot. de France **33,** 337.)

MOHL (1834), Beiträge zur Anatomie und Physiologie, I. Bern.

MOLISCH (1893), Zur Physiologie des Pollens. (Sitzungsber. der Wiener Akad., Math.-nat. Cl. **102,** I, 423.)

PFEFFER (1897), Pflanzenphysiologie, I. Leipzig.

RITTINGHAUS (1887), Über die Widerstandsfähigkeit des Pollens gegen äussere Einflüsse. Dissertation. Bonn.

SCHLEIDEN (1849), Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik. 3. Aufl., Leipzig.

STRASBURGER (1884), Neuere Untersuchungen über den Befruchtungsvorgang. Jena.

— (1886), Über fremdartige Bestäubung. (Jahrb. für wiss. Bot. **17.**)

VAN TIEGHEM (1869), Recherches physiologiques sur la végétation libre du pollen etc. (Annales sc. nat. Bot., sér. 5, t. **12.**)

74. Ewert: Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von Gloeosporium Ribis (Lib.) Mont. et Desm.

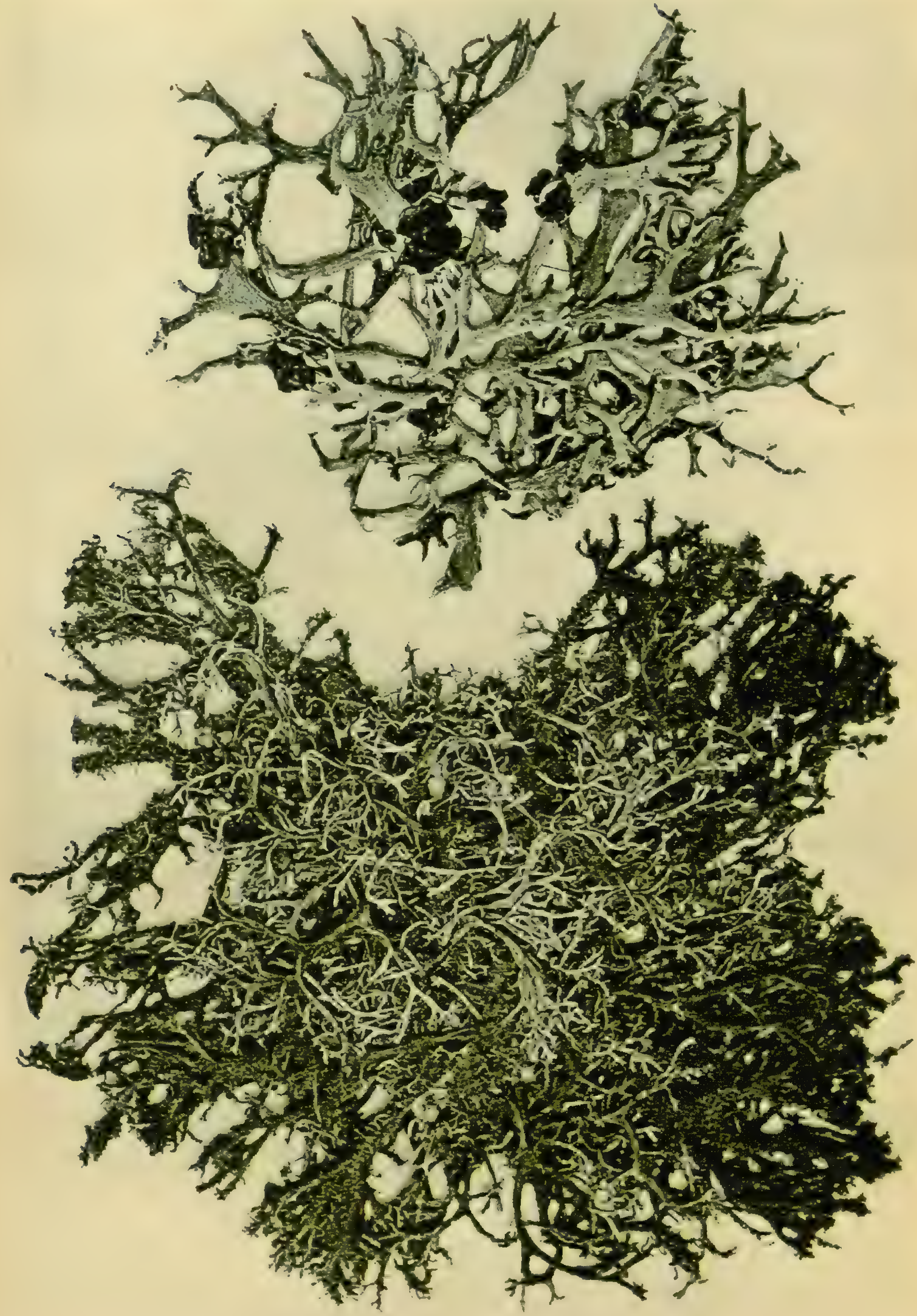
Vorläufige Mitteilung.

Eingegangen am 28. Dezember 1905.

Eine Reihe den ganzen Sommer 1904 systematisch durchgeführter Keimversuche mit den Sporen von *Gloeosporium Ribis* blieb ergebnislos. Der erste Erfolg wurde erzielt, als im Herbst bereits einige Fröste eingetreten waren. Es gelang jetzt auch, die Entwicklung des Pilzes von der sichelförmigen Spore bis zur sichelförmigen Spore zu verfolgen. Bemerkenswert ist, dass vor der Keimung häufig eine einfache, manchmal auch eine doppelte Septierung der Spore eintritt.

Eine Aussaat von Sporen, welche ich am 27. Dezember 1904 vornahm, zeigte bereits nach 24 Stunden die ersten Anfänge der Keimung. Das Sporenmaterial wurde von Blättern entnommen, die draussen im Freien aufbewahrt waren und auf die daher bereits ein Frost von 11,5° C. eingewirkt hatte. Es ist daher anzunehmen, dass die Sporen nicht allein den Winter über lebensfähig bleiben, sondern dass die Winterkälte sogar ihre Keimkraft erhöht.

Eine ausführliche Mitteilung über die Entwicklungsgeschichte des Pilzes wird demnächst erfolgen.



Da der Vorsitzende der wissenschaftlichen Sitzungen im Jahre 1906, Herr Geheimrat Engler, auf einer längeren Reise begriffen ist, werden die Herren Autoren ersucht, alle wissenschaftlichen Zusendungen **mit genauer Angabe der Adresse des Absenders** bis auf weiteres an den ersten Stellvertreter des Vorsitzenden Herrn Geheimrat Prof. Dr. **L. Kny, Wilmersdorf bei Berlin,** Kaiser-Allee 186/187, zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen etc. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1906.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Engler, Vorsitzender; Kny, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: L. Kny, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind innerhalb **sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

* * *

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1.35 „
6.	für jeden Umschlag	1.5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin SW 11
Dessauerstrasse 29

Neue Erscheinungen:

Über Vererbungsgesetze.

Vortrag, gehalten in der gemeinschaftschaftlichen Sitzung der naturwissenschaftlichen und der medizinischen Hauptgruppe der Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Meran am 27. September 1905 von Professor Dr. **C. Correns.** Mit vier z. T. farbigen Abbildungen. Kartonniert 1 Mk. 50 Pf.

Im Mittelpunkt des Vortrages stehen die drei von Mendel entdeckten Gesetzmässigkeiten, die Prävalenzregel, die Spaltungsregel und das Gesetz von der Selbständigkeit der Merkmale. Daran schliessen sich einige ganz einfache, durch Tafeln illustrierte Beispiele, an denen das Zusammenwirken der drei Gesetze und ihre Ableitung gezeigt werden kann, ferner ein Hinweis auf kompliziertere Fälle und eine Anzahl naheliegender Fragen: so die nichtspaltenden Bastarde, der Gültigkeitsbereich der Spaltungsregel, die Anwendung auf den Menschen. Voraus gehen einleitende Bemerkungen über die Abgrenzung des zu behandelnden Gebietes auf die Übertragung der elterlichen Merkmale auf die Nachkommen, die verschiedenen Ursachen der Variabilität und die Bedeutung, die gerade das Studium der Pflanzenbastarde für die Vererbungsfragen besitzt. Am Schluss wird das Galtonsche Vererbungsgesetz und seine Beziehungen zu den Mendelschen Gesetzen, ferner eine Reihe mehr in lockerem Zusammenhange stehender Fragen, der Einfluss des Geschlechtes, die Xenien und die Pfropfbastarde, kurz besprochen.

Studien über die Regeneration

von Professor Dr. **B. Němec.** Mit 180 Textabbildungen. Geheftet 9 Mk. 50 Pf.

Auf Grund zahlreicher neuer und origineller Versuche wird in dem Buche das wichtige Problem der Regeneration von verschiedenen Seiten aus behandelt. Die vielen Fragen, die an die Regenerationsvorgänge anknüpfen, sucht der Verfasser der Lösung näherzubringen, indem er ausgewählte und günstige Objekte einer eingehenden experimentellen Untersuchung unterwirft; so gelangt er zu einer Reihe von Resultaten, die auf die fraglichen Vorgänge in vieler Beziehung ein neues Licht werfen und die für jeden Biologen von Interesse und Wichtigkeit sind.

Untersuchungen über die Einwirkung schwefliger Säure auf die Pflanzen

von Professor Dr. **A. Wieler.** Mit 19 Textabbildungen und einer Tafel. Geheftet 12 Mk.

Bei der beständig sich ausdehnenden Industrie und dem unausgesetzten Wachsen der grossen Städte ist die Ausbreitung der durch saure Gase hervorgerufenen Beschädigungen der Vegetation in immer steigendem Masse zu erwarten. Ein Werk, das wie das vorliegende, die Einwirkung der schwefligen Säure auf die verschiedenen Funktionen des Pflanzenorganismus behandelt, dürfte daher allseitig einer willkommenen Aufnahme gewiss sein. Muss doch gerade der schwefligen Säure von allen sauren Gasen praktisch die grösste Bedeutung beigemessen werden, denn sie entweicht nicht nur bei vielen industriellen Betrieben, sondern gelangt auch dauernd mit den Verbrennungsgasen der Kohlen in die Luft.

Ausführliche Prospekte gratis und franko.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

BAND XXIII. JAHRGANG 1905.

BERICHTE
DER
DEUTSCHEN
BOTANISCHEN GESELLSCHAFT.

GEGRÜNDET AM 17. SEPTEMBER 1882.

DREIUNDZWANZIGSTER JAHRGANG.

GENERALVERSAMMLUNGS-HEFT.

MIT EINEM BILDNIS.

AUSGEGEBEN AM 23. MAI 1906.

BERLIN,
GEBRÜDER BORNTRÆGER,
1906.

Man beachte die beigelegte Einladung zur Generalversammlung in Marburg in Hessen.

Inhaltsangabe zum Generalversammlungs-Heft.

Seite

Bericht über die am 26. September 1904 in Meran abgehaltene zweiundzwanzigste Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft . . . . (1)
Rechnungsablage des Jahres 1904 . . . . (8)
Bericht der Kommission für die Flora von Deutschland . . . (10)
Einladung . . . . (10)
Preisausschreiben . . . . (11)

Nachrufe:

Wilhelm Schwacke von Th. Loesener . . . . (12)
Eduard Tangl von G. Haberlandt . . . . (16)
Johann Anton Schmidt von E. Pfitzer . . . . (21)
Otto Wünsche von J. Abromeit . . . . (24)
Federico Delpino von O. Penzig . . . . (30)
Leo Errera von E. de Wildeman. (Mit einem Bildnis) . . (43)

Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (56)
Mitgliederliste . . . . (68)
Register . . . . (91)

Einladung
zur
Generalversammlung
der
Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Auf Beschluss der 1905 in Meran abgehaltenen Generalversammlung findet die diesjährige Generalversammlung

in **Marburg in Hessen,**

und zwar am **Dienstag, den 5. Juni,** vormittags 10 Uhr im Hörsaal des Botanischen Institutes der Universität statt.

Die Mitglieder der Gesellschaft werden hiermit zur Teilnahme an der Generalversammlung mit dem Bemerken eingeladen, dass auf derselben die nach § 15 des Reglements zu erledigenden Punkte der Tagesordnung, insbesondere die Wahlen des Präsidenten, seines Stellvertreters und der 15 Mitglieder des Ausschusses zur Verhandlung kommen werden.

Sammelreferate haben freundlichst angemeldet:

1. Herr Prof. Dr. F. KOHL (Marburg): Fortschritte auf dem Gebiete der Chlorophyllforschung und der Assimilation.
2. Herr Dr. P. CLAUSSEN (Freiburg i. B.): Über neuere Arbeiten zur Entwickelungsgeschichte der Ascomyceten.

Ausserdem sind bis jetzt Vorträge angekündigt von Herrn Prof. Dr. KOHL: 1. Neue Untersuchungen über das Ergrünen der Pflanzen, 2. Die Farbstoffe der Diatomeen-Chromatophoren, 3. Demonstrationen.

Es wird darauf hingewiesen, dass gleichzeitig mit uns die Deutsche Zoologische Gesellschaft in Marburg tagen wird. Es empfiehlt sich daher, dass auch unsere Mitglieder sich bereits am Montag den 4. Juni, abends 8 Uhr, zu gegenseitiger Begrüssung zwanglos im Hotel Ritter (Ketzerbach) vereinigen

Über die Abhaltung von Sitzungen am Mittwoch den 6. Juni wird sich die Versammlung je nach der Zahl der zur Meldung gelangenden Vorträge am Tage der eigentlichen Generalversammlung schlüssig machen.

Da die Beschaffung von Wohnungen für unsere Mitglieder wegen der Pfingstzeit in Marburg auf Schwierigkeiten stossen dürfte, hat sich Herr Dr. MEISENHEIMER vom Zoologischen Institut (Ketzerbach 63) in freundlicher Weise bereit erklärt, Bestellungen von Zimmern unter Berücksichtigung besonderer Wünsche der Teilnehmer an der Versammlung entgegenzunehmen. Es empfiehlt sich, Herrn Dr. MEISENHEIMER möglichst bald Bestellungen und Wünsche bekannt zu geben. Ausser den durch Vermittelung zu erlangenden Privatzimmern werden folgende Gasthöfe empfohlen:

Hotel Pfeiffer, Elisabethstrasse,
„ Ritter, Ketzerbach,
„ Kaiserhof, Bahnhofstrasse,
Bahnhofshotel am Hauptbahnhof,
Hotel Freidhof, Universitätsstrasse.

I. A.

Prof. Dr. CARL MÜLLER
Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Einladung.

Laut Beschluss des Vorstandes soll anlässlich des **25jährigen Jubiläums unserer Gesellschaft** (im September 1907) **eine Festschrift herausgegeben werden,** deren Umfang vorläufig auf etwa 20 Bogen und ebensoviele Tafeln veranschlagt ist. In diese Jubiläumsschrift sollen nur grössere Arbeiten von bleibendem Wert, keine vorläufigen Mitteilungen, aufgenommen werden.

Wir laden demgemäss unsere verehrten Fachgenossen, Mitglieder wie Nichtmitglieder der Gesellschaft, hierdurch ergebenst ein, zur Herstellung einer der festlichen Veranlassung würdigen Jubiläumsschrift durch Einsendung von geeigneten Manuskripten beizutragen. Als **Schlusstermin** für diese Einsendungen, welche an unseren Sekretär, Herrn Prof. Dr. C. MÜLLER, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstrasse 15, zu adressieren sind, wurde der **1. Januar 1907** festgesetzt. Über Aufnahme oder Nichtaufnahme der eingegangenen Arbeiten entscheidet der Vorstand.

I. A.:

S. SCHWENDENER,

z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Preisausschreiben.

Es wird eine grössere, womöglich monographische, streng wissenschaftliche Arbeit über die Richtigkeit der von HANSGIRG vertretenen

Lehre vom Pleomorphismus (Polymorphismus) der Algen

verlangt.

Der von einem ungenannt sein wollenden Botaniker ausgesetzte Preis beträgt **1000 (eintausend) Mark, samt laufenden Zinsen** vom 1. März 1906 ab gerechnet.

Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften müssen in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache verfasst, deutlich geschrieben und paginiert, mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der aussen das Motto der Arbeit trägt und innen den Namen und Wohnort des Verfassers enthält.

Die Frist für die Einsendung der Bewerbungsschriften an die Deutsche Botanische Gesellschaft in Berlin, zu Händen des Sekretärs Herrn **Prof. Dr. Carl Müller, Steglitz** bei Berlin, **Zimmermannstr. 15,** endet am **31. Dezember 1907.** Das Ergebnis der Prüfung und die eventuelle Preiserteilung wird in diesen Berichten bekannt gemacht.

Namens des Vorstandes:

S. SCHWENDENER,

z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Bericht

über die

am 26. September 1905 in Meran abgehaltene

zweiundzwanzigste Generalversammlung

der

Deutschen Botanischen Gesellschaft.

Entsprechend der in Heft 6 des XXIII. Bandes dieser Berichte (S. 235—236) an die Mitglieder unserer Gesellschaft ergangenen Einladung fand die Generalversammlung am Dienstag den 26. September 1905, vormittags 9 Uhr, in der Knabenvorschule im Burghof zu Meran in Anlehnung an die dort gleichzeitig tagende Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte statt. Es konnte kaum erwartet werden, dass der Besuch der Generalversammlung in Meran ein so reger sein würde, dass die ihr obliegenden, durch § 15 des Reglements festgelegten Punkte der Tagesordnung, insbesondere die vorgeschriebenen Wahlen, ihre Erledigung finden würden, ist doch Meran zwar als Kurort besonders reizvoll und für ärztliche Kreise ein Anziehungspunkt, nicht aber ein Anlockungspunkt für unsere Mitglieder, welche erfahrungsgemäss die Orte akademischer Arbeit zu ihren Versammlungen vorziehen. Da die anberaumte Generalversammlung überdies bis auf weiteres die letzte sein sollte, welche in Verbindung mit der „Naturforscherversammlung“ abgehalten werden soll, so lagen auch wohl hierin wie in der geographischen Lage des Versammlungsortes weitere Gründe für den schwachen Besuch vor.

Der Generalversammlung wohnten nur 13 ordentliche Mitglieder der Gesellschaft bei, nämlich die Herren:

CORRENS-Leipzig,
HABERLANDT-Graz,
HEINRICHER-Innsbruck,
KOHL-Marburg,
MOLISCH-Prag,
MÜLLER (CARL)-Berlin,
MUTH-Oppenheim a. Rh.,
POTONIÉ-Berlin,
RICHTER-Prag,
SCHWENDENER-Berlin,
SPERLICH-Innsbruck,
TSCHERMAK-Wien,
WAGNER-Innsbruck,

als Gäste die später in unsere Gesellschaft aufgenommenen Herren:

LADURNER-Meran,
PORSCH-Wien,

und ausserdem Herr SANDER-Innsbruck.

Es musste also zunächst wieder die unerfreuliche Tatsache festgestellt werden, dass die Wahlen des Präsidenten und seines Stellvertreters sowie der 15 Ausschussmitglieder wegen der Beschlussunfähigkeit der Versammlung nicht von statten gehen konnten. Es wurde mithin wiederum — und das mag hier eingeschaltet werden — eine schriftliche Wahl im Oktober eingeleitet, deren Ergebnis am 1. Dezember dahin festgestellt wurde, dass

Herr SCHWENDENER zum Präsidenten,
„ HABERLANDT zum Stellvertreter desselben

für das Jahr 1906 wiedergewählt worden sind. Man vergleiche darüber den auf S. 479 dieses Bandes veröffentlichten Wahlbericht.

Nach den Satzungen der Gesellschaft bleiben die im Jahre 1904 in Breslau für das Jahr 1905 gewählten Mitglieder des Ausschusses auch für das Jahr 1906 im Amte. Der Ausschuss besteht also für dieses Jahr weiterhin aus den Herren:

BUCHENAU-Bremen[1]),
CONWENTZ-Danzig,
DRUDE-Dresden,
FISCHER-Basel,
GOEBEL-München,
HEGELMAIER-Tübingen,
KIRCHNER-Hohenheim,
PAX-Breslau,
PFITZER-Heidelberg,
RADLKOFER-München,
REINKE-Kiel,
STAHL-Jena,
STRASBURGER-Bonn,
WIESNER-Wien,
ZACHARIAS-Hamburg.

Der Gang der Verhandlungen in Meran beschränkte sich daher auf die Erledigung der folgenden Punkte der Tagesordnung.

Zunächst begrüsste der Präsident, Herr SCHWENDENER, die er-

---

1) Vor kurzem verstorben.

schienenen Mitglieder und Gäste unter Hinweis darauf, dass man ja von dem Versuche, die Generalversammlung in Zukunft unabhängig von der Naturforscherversammlung, zeitlich und örtlich von dieser getrennt, abzuhalten, ein besseres Ergebnis bezüglich der Beteiligung erwarte. In dem mündlich gegebenen Bericht über den Stand der Gesellschaft konnte mit Befriedigung darauf hingewiesen werden, dass die Mitgliederzahl auf ihrer Höhe verblieben ist und dass auch die Kassenverhältnisse nichts zu wünschen übrig lassen. Es werde freilich der bereits genehmigte Vorstandsbeschluss, zunächst einen Registerband für die ersten 20 Bände unserer Berichte herauszugeben und die Herausgabe einer Festschrift anlässlich des 25jährigen Bestehens der Gesellschaft die Finanzlage demnächst wesentlich ändern, ohne dass jedoch die Gesellschaft dadurch in Schwierigkeiten geraten wird.

Sammelreferate standen nicht auf der Tagesordnung, da Referenten sich nicht verpflichten wollten, nach Meran zu kommen, andererseits die in Aachen und Hamburg abgehaltenen Generalversammlungen es abgelehnt haben, Sammelreferate entgegenzunehmen, wenn nicht der Herr Referent selbst den Vortrag hält.

Die Rechnungsablage für das Jahr 1904, welche vom Schatzmeister Herrn OTTO MÜLLER eingereicht und von zwei Mitgliedern des Vorstandes ordnungsmässig geprüft und für richtig befunden worden ist, wurde vom Sekretär Herrn CARL MÜLLER vorgelegt und zum Vortrag gebracht. Eine Erörterung schloss sich an den Bericht nicht an. Auf Antrag wurde sodann dem Schatzmeister, Herrn OTTO MÜLLER, Entlastung erteilt. (Vergleiche Anlage 1).

Die für die Generalversammlung fälligen Nachrufe auf verstorbene Mitglieder waren zum grösseren Teil noch nicht eingelaufen. Herr SCHWENDENER berichtete daher mündlich in Kürze über den Lebenslauf und die wissenschaftliche Bedeutung der im abgelaufenen Geschäftsjahre verstorbenen Mitglieder. Herr CARL MÜLLER gab einen kurzen Auszug aus dem vorliegenden, von Herrn LOESENER eingelieferten Nachruf auf WILHELM SCHWACKE.

Die Einlieferung der fälligen Nachrufe ist zum grösseren Teile nachträglich erfolgt, nachdem der Vorstand den 1. März 1906 als Endtermin für die Einlieferung den Verfassern, welche sich für Abfassung der Nachrufe bereit erklärt haben, gestellt hatte. Das rechtzeitige Erscheinen des Generalversammlungsheftes ist dadurch wiederum vereitelt worden. Das vorliegende Heft bringt nunmehr die Nachrufe auf WILHELM SCHWACKE von TH. LOESENER, auf FEDERICO DELPINO von O. PENZIG, auf EDUARD TANGL von G. HABERLANDT, auf JOHANN ANTON SCHMIDT von E. PFITZER, auf OTTO WÜNSCHE von J. ABROMEIT und auf LÉO ERRERA von E. DE WILDEMAN. Einige Nachrufe müssen ausbleiben.

Als wichtigster Punkt der Tagesordnung der Generalversammlung lag die Beschlussfassung über Zeit und Ort der nächsten Generalversammlung vor.

Als Versammlungsorte wurden Jena, Greifswald, Eisenach und Marburg i. H., als Zeitpunkt die Pfingstwoche in Vorschlag gebracht. Über diesen Zeitpunkt wurde schnell eine Einigung erzielt, es wurde einstimmig „Pfingsten" angenommen und die nähere Festsetzung des Tages und der Stunde für die Versammlung dem Präsidenten und dem Vorstande in Berlin überlassen. Für die Wahl des Ortes wurde es ausschlaggebend, dass die Deutsche Zoologische Gesellschaft zu Pfingsten 1906 ihre Jahresversammlung in Marburg i. H. abhält, und es wurde insbesondere von Herrn HABERLANDT betont, dass ein engerer, wenn auch zwangloser Anschluss an die uns nächststehende Gruppe von Naturforschern am wünschenswertesten sei und eine regere Teilnahme unserer Mitglieder an der Generalversammlung erwarten lasse. Da auch Herr KOHL versprach, in den Kreisen seiner Marburger Herren Amts- und Fachgenossen dahin wirken zu wollen, dass die Versammlung gastliche Aufnahme und Förderung ihrer Ziele finden werde, so wurde Marburg i. H. einstimmig zum nächsten Versammlungsorte gewählt.

Die Generalversammlung wird nun, einem Vorstandsbeschlusse zufolge, am Dienstag, den 5. Juni 1906, vormittags 10 Uhr, in Marburg i. H., im Hörsaale des Botanischen Institutes der Universität, stattfinden. Die Einladung zum Besuche ist mit dem Heft 3 dieser Berichte für das laufende Jahr 1906 an alle Mitglieder ergangen. Sie erfolgt hiermit auch an dieser Stelle.

Bezüglich der „Festschrift" äusserte Herr MOLISCH einige Bedenken wegen ihres Absatzes und möglicherweise nur geringen Verbreitung. Er empfahl, den Mitgliedern vielleicht nur ein „Festheft" mit künstlerischem Schmuck zu überreichen. Diesem Vorschlage konnte nicht beigepflichtet werden, es muss vielmehr bei den früher gefassten Beschlüssen des Vorstandes und der Generalversammlungen sein Bewenden haben. Dementsprechend ist auch im Anschluss an diesen Bericht eine Aufforderung zur Einsendung von Arbeiten (vgl. Anlage III) zum Abdruck gebracht, mit welcher zugleich ein Preisausschreiben verknüpft ist (vgl. Anlage IV). Aufforderung und Preisausschreiben sind bereits mit der oben erwähnten Einladung zur Generalversammlung als Beilage zu Heft 3 der Berichte für das Jahr 1906 veröffentlicht worden.

Der kurze Bericht des Obmannes der Florenkommission (vgl. Anlage II) wurde vom Sekretär zur Verlesung gebracht. Obmann der Florenkommission ist zurzeit Herr GÜRKE; Mitglieder sind die Herren DALLA TORRE, GRAEBNER, LINDAU, LUERSSEN und SCHINZ, denen es zusteht, Mitarbeiter für die Berichterstattung zu gewinnen. Es wird beabsichtigt, alle zwei Jahre einen Florenbericht in dem zugebilligten Umfange von jährlich fünf Bogen zu veröffentlichen.

Es waren damit die Geschäfte der Generalversammlung erschöpft. Es lagen jedoch noch zwei von unseren Mitgliedern ARTHUR MEYER und ZACHARIAS eingesandte wissenschaftliche Mitteilungen vor, welche dem Sekretär zur Berichterstattung in der Generalversammlung überwiesen worden waren. Die erste Mitteilung betraf die Arbeit von ARTHUR MEYER: „Über Plasmoptyse der Bakterien“, welche im Oktoberheft (S. 349—357) dieses Bandes zum Abdruck gelangt ist. Im Anschluss an das erbrachte Referat erhob sich eine Geschäftsordnungsdebatte, an welcher sich zunächst die Herren HABERLANDT und MOLISCH sowie der Sekretär beteiligten. Die erstgenannten Herren halten es nicht für angezeigt, dass von der Generalversammlung Berichte über eingesandte Arbeiten nicht anwesender Verfasser entgegengenommen werden, wie man ja auch die Erstattung von Sammelreferaten nur seitens der Herren zulasse, welche solche übernommen haben. Der Sekretär verwies demgegenüber auf das in den Monatssitzungen in Berlin seit Gründung der Gesellschaft übliche und durch § 20 des Reglements für die Geschäftsführung bedingte Verfahren der Berichterstattung. Dementsprechend sei auch der Abschnitt h) in § 15 des Reglements für die Geschäfte der Generalversammlung angenommen und in Kraft, welcher lautet:

> „In der Generalversammlung kommen . . . . zur Erledigung:
>
> h) Die wissenschaftlichen Mitteilungen von Mitgliedern oder anderen Gelehrten. Diese können mündlich gemacht oder schriftlich eingereicht werden; im letzteren Falle gelangen sie durch die Schriftführer, eventuell durch ein vom Autor bezeichnetes Mitglied der Versammlung zum Vortrag.“

Es steht natürlich jeder Generalversammlung zu, von dieser Bestimmung des Reglements abzuweichen, da es sich ja in der Nichtanerkennung dieser Bestimmung nicht um eine Satzungsänderung handelt, vielmehr um eine geschäftliche Angelegenheit, welche aus der Mitte der Versammlung in Anregung gebracht wird und welche nach Absatz g) desselben Paragraphen des Reglements in den Geschäftskreis der Generalversammlung gehört. Die Mehrzahl der Anwesenden entschied sich, nachdem noch die Herren CORRENS und MUTH ihre Meinungen geäussert hatten, die Berichterstattung über eingesandte Arbeiten nicht in Abwesenheit des Verfassers entgegennehmen zu wollen, dass vielmehr nur die Titel der eingelaufenen Arbeiten bekannt gegeben werden sollen. Es steht natürlich jeder Generalversammlung wiederum das Recht zu, von diesem Beschlusse abzugehen. Bei der geschaffenen Lage konnte die zweite Mitteilung von ZACHARIAS: „Über Statolithen bei Chara“ nur ihrem Titel nach angeführt werden. Sie wurde im Oktoberheft (S. 358—361) zum Abdruck gebracht.

Herr HABERLANDT besprach sodann einige Mängel in der Reproduktion der Doppeltafel, welche in unseren Berichten für 1905 als Tafel XI zu der Arbeit des Herrn VON GUTTENBERG erschienen ist, und demonstrierte im Anschluss an die Sitzung, nachdem er noch Mitteilungen über die Lichtperzeption durch die Oberhautzellen von *Selaginella* gemacht hatte, die Linsenwirkung von Oberhautzellen, auf deren Vorhandensein von ihm in früheren Arbeiten und neuerdings von VON GUTTENBERG in der angeführten Arbeit hingewiesen worden ist.

Der Schluss der Geschäftssitzung trat wenige Minuten vor 11 Uhr ein.

Aus den gemeinsam mit der Abteilung Botanik der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte abgehaltenen Sitzungen mag folgendes berichtet werden.

Die erste Sitzung fand am Montag den 25. September nachmittags 3 Uhr statt. Sie wurde durch den Einführenden Herrn HEINRICHER mit einer Begrüssung der Erschienenen eröffnet. Auf Vorschlag des Einführenden, dem die Anwesenden beistimmten, wurde der Vorsitz Herrn SCHWENDENER übertragen und sodann gleich die wissenschaftliche Tätigkeit aufgenommen.

Zuerst sprach Herr RICHTER-Prag über die Beeinflussung des Geotropismus und des Heliotropismus durch Laboratoriumsluft; sodann sprach Herr PORSCH-Wien über die Phylogenie des Spaltöffnungsapparates in Anlehnung an das von ihm über den Gegenstand veröffentlichte Buch. Als dritter Vortragender berichtete Herr TSCHERMAK-Wien über neuere Arbeiten und Ergebnisse bezüglich des MENDEL’schen Gesetzes.

Eine zweite wissenschaftliche Sitzung fand am Dienstag den 26. September nachmittags 3 Uhr unter dem Vorsitz des Herrn HABERLANDT statt. Es trugen vor Herr SPERLICH-Innsbruck „Über die Verteilung der Eiweisskristalloide bei *Euphrasia*“, Herr HEINRICHER „Über den Dimorphismus der Kannenblätter von *Nepenthes*“ und Herr CARL MÜLLER-Berlin „Über unvollkommene Zellwandbildungen“ bei Zwiebeln von *Allium Cepa*, *Hyacinthus orientalis* und in Oberhautzellen von *Epiphyllum* und *Brassica oleracea*.

Da weitere Vorträge nicht angemeldet wurden, bedurfte es keiner weiteren Sitzung. Es mag jedoch erwähnt werden, dass von zwei Mitgliedern unserer Gesellschaft Vorträge botanischen Inhalts in den „Allgemeinen Sitzungen“ der Naturforscherversammlung gehalten wurden, welche für unsere Fachgenossen von hohem Interesse waren.

Am Mittwoch den 27. September sprach Herr CORRENS „Über Vererbungsgesetze“. Seinem Vortrage folgten die Ausführungen der Herren HEIDER-Innsbruck über „Vererbung und Chromosomen“, und HATSCHEK-Wien über die „Neue Theorie der Vererbung“.

Am Freitag den 29. September sprach Herr MOLISCH-Prag „Über Lichtentwickelung in Pflanzen“.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass der grössere Teil der Mitglieder der Abteilung Botanik am Donnerstag den 28. September einen anregenden Nachmittagsausflug nach floristisch bemerkenswerten Standorten in der Nähe von Meran gegen das Schloss Tirol hin unter Führung des Herrn LADURNER und einiger Herren vom Gruppenverein zu Meran unternahmen.

Berlin, im April 1906.

S. SCHWENDENER,
z. Z. Präsident.

CARL MÜLLER,
Schriftführer.

Anlage I.

Rechnungsablage des Jahres 1904.

		Soll		Haben	
		ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
I. Beiträge-Konto.					
Im Jahre 1903 vorauf gezahlte Beiträge im Vortrage	227,50 ℳ				
Im Jahre 1904 eingezahlte Beiträge	7454,62 „	.	.	7 682	12
Für Rechnung 1904 gezahlte Beiträge:					
69 Berliner à 20 ℳ	1380,00 ℳ				
365 Auswärtige à 15 ℳ	5475,00 „				
20 Ausserordentliche à 10 ℳ	200,00 „				
Mehrzahlungen	34,62 „				
454 Mitglieder zahlten		7 089	62		
Für Rechnung 1905 ff. vorauf gezahlte Beiträge im Übertrage		592	50		
		7 682	12	7 682	12
II. Interessen-Konto.					
Zinsen aus dem Depôt und dem Konto-Korrent der Darlehnskasse		525	80		
III. Gewinn-Konto.					
Unaufgeklärte Einzahlung	10,00 ℳ				
Gebrüder Borntræger zahlten 25 pCt. des Reingewinnes an Band XXI	278,60 „	288	60		
IV. Berichte-Konto.					
Band XXII, Jahrgang 1904:					
590 + (142) + 2 = 734 Seiten Text; 25 Tafeln, 847 *qcm* Holzschnitte usw. Entnommen 463 Exemplare (454 für Mitglieder, 8 für Ehrenmitglieder, 1 für den Schriftführer)		.	.	5 319	80
V. Kosten-Konto.					
Porto für Korrespondenzen usw.	108,69 ℳ				
Porto für Versendung der Hefte	609,35 „				
Spesen und Provisionen	23,45 „				
Formulare usw.	118,45 „				
Honorare usw.	701,60 „				
Institutsdiener	10,00 „				
Adresse	60,00 „	.	.	1 631	54

VI. Kapital-Konto.

	Soll		Haben	
	ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
Am 1. Januar 1904 Vermögen im Vortrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ 2 lebenslängl. Mitglieder . 600,00 „ Flüssiges Vermögen . . . 4067,74 „	.	.	9 667	74
I. Beiträge-Konto	.	.	7 089	62
II. Interessen-Konto	.	.	525	80
III. Gewinn-Konto	.	.	288	60
IV. Berichte-Konto	5 319	80		
V. Kosten-Konto	1 631	54		
Am 31. Dezember 1904 Vermögen im Übertrage: Fester Bestand . . . . . 5000,00 ℳ 2 lebenslängl. Mitglieder . 600,00 „ Flüssiges Vermögen . . . 5020,42 „	10 620	42		
	17 571	76	17 571	76

Voranschlag für 1905.

(Durchschnitt der letzten drei Jahre).

	Soll		Haben	
	ℳ	Pf.	ℳ	Pf.
Vortrag des Vermögens am 1. Januar	.	.	10 620	42
Beiträge	.	.	6 896	00
Zinsen	.	.	533	00
Gewinne	.	.	221	00
Berichte	5 605	00		
Kosten	1 642	00		
Vermögen am 31. Dezember 1905 im Übertrage	11 023	42		
	18 270	42	18 270	42

Die Einnahmen aus den Beiträgen betragen 7089,62 ℳ; die laufenden Ausgaben betragen 6951,34 ℳ. Folglich sind an Beiträgen 138,28 ℳ mehr eingenommen als ausgegeben. Bei 454 zahlenden Mitgliedern kommt auf jedes Mitglied 15,61 ℳ Beitrag und 15,31 ℳ Ausgaben.

Berlin, Juli 1905.

OTTO MÜLLER.

Anlage II.

Bericht der Kommission für die Flora von Deutschland.

Die Kommission für die Flora von Deutschland besteht zurzeit aus den Herren VON DALLA TORRE, GRAEBNER, LINDAU, LUERSSEN, SCHINZ und dem Unterzeichneten als Obmann. Die nächste Zusammenstellung der Beobachtungen wird, im Anschluss an die im 20. Bande der Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft erschienene, die Jahre 1902—1903 umfassen und voraussichtlich im Laufe des Jahres 1906 fertiggestellt sein; im allgemeinen soll sie in derselben Weise wie die zuletzt erschienenen abgefasst, aber, dem Beschlusse des Vorstandes entsprechend, möglichst kurz gehalten werden.

Die Durcharbeitung der auf die Phanerogamen bezüglichen Literatur für das ganze Gebiet hat Herr VON DALLA TORRE übernommen. Die Gefässkryptogamen wird Herr LUERSSEN, die Flechten Herr ZAHLBRUCKNER, die Süsswasseralgen Herr LEMMERMANN, die Pilze Herr LINDAU bearbeiten. Für die noch ausstehenden Gruppen der niederen Kryptogamen ist Hoffnung vorhanden, die Zusage geeigneter Mitarbeiter in kürzerer Zeit zu erlangen.

M. GÜRKE.

Anlage III.

Einladung.

Laut Beschluss des Vorstandes soll anlässlich des **25jährigen Jubiläums unserer Gesellschaft** (im September 1907) **eine Festschrift herausgegeben werden,** deren Umfang vorläufig auf etwa 20 Bogen und ebensoviele Tafeln veranschlagt ist. In diese Jubiläumsschrift sollen nur grössere Arbeiten von bleibendem Wert, keine vorläufigen Mitteilungen, aufgenommen werden.

Wir laden demgemäss unsere verehrten Fachgenossen, Mitglieder wie Nichtmitglieder der Gesellschaft, hierdurch ergebenst ein, zur Herstellung einer der festlichen Veranlassung würdigen Jubiläumsschrift durch Einsendung von geeigneten Manuskripten beizutragen. Als **Schlusstermin** für diese Einsendungen, welche an unseren Sekretär, Herrn Prof. Dr. C. MÜLLER, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstrasse 15, zu adressieren sind, wurde der **1. Januar 1907** festgesetzt. Über Aufnahme oder Nichtaufnahme der eingegangenen Arbeiten entscheidet der Vorstand.

I. A.:

S. SCHWENDENER,

z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Anlage IV.

Preisausschreiben.

Es wird eine grössere, womöglich monographische, streng wissenschaftliche Arbeit über die Richtigkeit der von HANSGIRG vertretenen

Lehre vom Pleomorphismus (Polymorphismus) der Algen

verlangt.

Der von einem ungenannt sein wollenden Botaniker ausgesetzte Preis beträgt **1000 (eintausend) Mark, samt laufenden Zinsen** vom 1. März 1906 ab gerechnet.

Die anonym einzureichenden Bewerbungsschriften müssen in deutscher, englischer, französischer oder italienischer Sprache verfasst, deutlich geschrieben und paginiert, mit einem Motto versehen und von einem versiegelten Umschlag begleitet sein, der aussen das Motto der Arbeit trägt und innen den Namen und Wohnort des Verfassers enthält.

Die Frist für die Einsendung der Bewerbungsschriften an die Deutsche Botanische Gesellschaft in Berlin, zu Händen des Sekretärs Herrn **Prof. Dr. Carl Müller, Steglitz** bei Berlin, **Zimmermannstr. 15,** endet am **31. Dezember 1907.** Das Ergebnis der Prüfung und die eventuelle Preiserteilung wird in diesen Berichten bekannt gemacht.

Namens des Vorstandes:

S. SCHWENDENER,

z. Z. Präsident der Gesellschaft.

Nachrufe.

Wilhelm Schwacke.

Von

TH. LOESENER[1]).

KARL AUGUST WILHELM SCHWACKE wurde am 29. Juli 1848 in Alfeld (Provinz Hannover) geboren. Seine Studienzeit verlebte er in Göttingen und in Bonn, wo er sich dem Studium der Naturwissenschaften widmete und besonders auch mit Botanik sich beschäftigte. 1870 zog er in den Krieg und nahm u. a. teil an der Belagerung von Paris. Nach dem Feldzuge wanderte er nach Brasilien aus und wurde etwa zwei Jahre darauf am National-Museum in Rio de Janeiro in der botanischen Abteilung als naturwissenschaftlicher Forschungsreisender (Naturalista viajante) angestellt. Nachdem er diese Stellung 18 Jahre lang inne gehabt hatte, wurde er im Mai 1891 als Professor an die Escuela de Pharmacia in Ouro Preto im Staate Minas Geraës berufen und nach kurzer Zeit zum Direktor dieses Institutes erwählt. Dieses Amt bekleidete er bis zu seinem Tode. Er erlag am 11. Dezember 1904 einem Gehirnleiden. Seit 1900 hatte er neben seiner wissenschaftlichen Stellung noch das deutsche Vizekonsulat für den Staat Minas zu verwalten gehabt.

SCHWACKE war verheiratet gewesen, und da seine Frau ihm bereits einige Jahre im Tode vorangegangen war, so hinterlässt er nun drei noch nicht grossjährige Kinder, eine fast erwachsene Tochter und zwei Söhne als Waisen.

---

[1]) Es war dem Verfasser leider nicht möglich, ein auch nur einigermassen vollständiges Bild von SCHWACKE's Leben zu entwerfen. Die wenigen hier gegebenen tatsächlichen Angaben sind, soweit sie vor das Jahr 1890 zurückreichen, den von Geheimrat I. URBAN für den Einleitungsband der „Flora Brasiliensis" zusammengestellten und im Erscheinen begriffenen „Vitae itineraque collectorum botanicorum etc.", S. 104—105, entnommen, für deren Überlassung ihm hier der beste Dank ausgesprochen sei. Die späteren Mitteilungen stützen sich auf im Besitze des Verfassers befindliche briefliche Mitteilungen von SCHWACKE's Hand.

Seiner wissenschaftlichen Tätigkeit war von vornherein der Weg gewiesen durch seine Stellung als Naturalista viajante, und so sah er denn die Hauptaufgabe seines Lebens in der floristischen Erforschung seiner neuen Heimat. Er machte zahlreiche Ausflüge in die nähere und weitere Umgegend von Rio und in die Staaten S. Paulo, Paraná, Sta. Catharina und besonders Minas Geraës, wo er u. a. die Serra do Picu (1879) und die bisher überhaupt noch von keinem Naturforscher vor ihm betretene, fast gänzlich unbewohnte, in ihrem Gipfel 2200 *m* hohe Serra de Caparaó (1888 und 1890, das erste Mal zusammen mit J. F. DE MOURA) besuchte. Wichtiger noch als diese Reisen ist eine grössere Expedition, die er in den Jahren 1877 bis 1878 zusammen mit CL. JOBERT in die nördlichen Staaten Maranhão, Piauhy, Pará und Alto Amazonas unternahm und die ihn den Amazonenstrom hinaufführte über Manáos hinaus bis zum Oberlauf des Solimões, in die Nähe der Grenze von Peru. Den Staat Pará besuchte er dann 1882 noch einmal in Begleitung von L. NETTO.

Auf all diesen Reisen wurde botanisiert und gesammelt. Seine Ausbeute musste er an das Museum in Rio abliefern, doch konnte er natürlich von den einzelnen Nummern auch für sein eigenes Herbar sich Exemplare zurückbehalten.

Nach seiner Übersiedelung nach Ouro Preto und mit dem Beginn seiner Lehrtätigkeit an der dortigen pharmazeutischen Schule konnte er natürlich hauptsächlich nur noch die Ferienzeit zu botanischen Ausflügen benutzen, was er auch in ausgedehntestem Masse tat. Ausser der näheren Umgebung von Ouro Preto wurden die meisten Gebirgszüge des Staates Minas von ihm botanisch erforscht. Es verging wohl kein Jahr, ohne dass er nicht wenigstens eine der zahlreichen „Serren“ dieses „Oreadengebietes“ aufgesucht und durch die gefundenen Schätze seine Herbarsammlung vergrössert hätte. So wurden viele neue Arten von ihm entdeckt, manche die vor ihm nur einmal erst von RIEDEL oder SELLOW gesammelt waren, fand er zum ersten Male wieder auf. Auch wusste er aus dem Kreise seiner Freunde und Schüler einige, wie z. B. ARAUJO, SENA, SILVEIRA und die beiden GOMES für seine Zwecke zu interessieren. So sammelte ARAUJO für ihn am Rio Novo, SENA u. a. in der Serra do Cipó¹).

Auch während dieses zweiten Abschnittes seiner botanischen Laufbahn machte er im letzten Jahrzehnt einige Reisen, die ihn über die Grenzen von Minas Geraës hinausführten. So bestieg er gelegentlich eines Aufenthaltes in Joinville (in Sta. Catharina) den

---

1) Es würde hier zu weit führen, alle die Gebirgszüge von Minas, die SCHWACKE botanisch erforscht hat, mit Namen aufzuzählen. Vollständigere Angaben hierüber möge man bei I. URBAN, Vitae itineraque collectorum botanicorum: SCHWACKE, WILHELM, in Martii Flora Brasiliensis I, Pars 1, S. 104—105, nachlesen.

Pico de Jaragoá (1897), der bis dahin noch von keinem Botaniker besucht war. In S. Paulo bereiste er die Serra de Cubatão (Januar 1901) und in Rio de Janeiro besuchte er im März desselben Jahres die Serra de Montserrat.

Am meisten aber hat SCHWACKE für die Erforschung der Flora des Staates Minas getan. Jedenfalls hat er, abgesehen etwa von GLAZIOU, von allen Sammlern dies Gebiet am intensivsten durchforscht.

Veröffentlicht hat SCHWACKE nur einige wenige kleinere Arbeiten. Zu grösseren wissenschaftlichen Abhandlungen fehlte ihm einerseits das Vergleichsmaterial und die nötige Literatur, andererseits entsprach es seinem lebhaften und auch wohl etwas unruhigen Wesen entschieden mehr, in der freien Natur umherzustreifen und zu schauen, als daheim das Geschaute zu langen Manuskripten zu verarbeiten. So beschränkte er sich mehr auf das Sammeln. Eine mit P. TAUBERT zusammen geplante Publikation, in der seine Ausbeute systematisch bearbeitet und die neuen Arten solcher Familien, die nicht in den Händen von Monographen sich befanden, beschrieben werden sollten, konnte durch TAUBERT's vorzeitigen Tod in der beabsichtigten Weise nicht zur Ausführung gebracht werden. Als die wichtigsten von seinen Veröffentlichungen sind zu nennen die „Skizze der Flora von Manaos", ferner die Schilderung des „Ausflugs nach der Serra de Caparaó" und endlich die „Plantas Novas Mineiras", eine Publikation, die er gewissermassen als Ersatz für die mit TAUBERT geplante dann in Angriff nahm und worin ausser Beschreibungen neuer Gattungen und Arten auch Verzeichnisse aller im Staate Minas vorkommenden Spezies einer Familie, sobald sie monographisch bearbeitet vorlag, gegeben wurden. Hiervon sind leider nur zwei Lieferungen erschienen.

Von den neuen Gattungen, die SCHWACKE aufgestellt hat, dürfte nur die Malpighiacee *Mezia* „rite" publiziert sein, nämlich von NIEDENZU in den „Pflanzenfamilien".

Auf Grund der von ihm gesammelten Pflanzen wurde manche Art von den verschiedenen Monographen als neu erkannt und mit seinem Namen belegt. Auch durch die Melastomaceen-Gattung *Schwackea* Cogn. ist sein Name dauernd mit unserer Wissenschaft verbunden.

Seine Herbarsammlung nahm im Laufe der Jahre einen erheblichen Umfang an; bei einer Abschätzung der darin enthaltenen Exemplare ist die Zahl 15 000 eher zu niedrig geschätzt als zu hoch, ungerechnet die etwa ausserdem noch vorhandenen Dubletten. Da ihm, wie schon oben bemerkt, die Hilfsmittel zur Bearbeitung seiner Pflanzen fehlten, wandte er sich deshalb meistens an die verschiedenen Monographen in Europa, denen er die eingesandten Exemplare gegen

Einsendung der Bestimmung überliess, nachdem Verhandlungen, die zu dem Zweck eingeleitet waren, seine Ausbeute dauernd dem Berliner Botanischen Museum zur Bearbeitung zu überweisen, von ihm später wieder abgebrochen worden waren. Dies hat nun zur Folge gehabt, dass nur verhältnismäßig wenige Gruppen, wie z. B. die Acanthaceen, Aquifoliaceen, Bromeliaceen, Eriocaulaceen, Lauraceen, Malpighiaceen, Melastomaceen, Sapindaceen und die Farne seiner Sammlung bisher bearbeitet wurden und diese auch an keinem europäischen öffentlichen Institute einigermaßen vollständig vertreten ist (auch das Berliner Museum besitzt kaum 10 pCt. der von ihm gesammelten Pflanzen). Der weitaus grösste Teil seiner Ausbeute harrt vielmehr noch als ungehobener Schatz in SCHWACKE's Privatherbar der Bearbeitung. Nur an A. GLAZIOU soll er eine etwas vollständigere Dublettenkollektion abgegeben haben. Im Interesse der Wissenschaft wäre es daher sehr wünschenswert, dass ein europäisches, womöglich deutsches, botanisches Institut dieses Herbar erwürbe.

Der Unstern, der über SCHWACKE's wissenschaftlichen Unternehmungen stand, hat ihn nun auch einen frühen Tod finden lassen, der für die Erforschung der südbrasilianischen Flora einen herben Verlust bedeutet.

Verzeichnis von Schwacke's Schriften.

Bereitung des Curare-Pfeilgiftes bei den Tecuna-Indianern. — Jahrb. des Königl. Botan. Gartens Berlin. Vol. III, 1884, S. 220—223.

Skizze der Flora von Manaos in Brasilien. — A. a. O., S. 224—233.

Additiones ad Floram Brasilianam. I. Rio de Janeiro 1886. 4°. Mit 2 Tafeln (*Maytenus Mülleri* Schw. n. sp. und *Myristica paradoxa* Schw. n. sp.). II. Mit 1 Tafel (*Tetrastylidium Engleri* Schw. n. sp., nicht gesehen).

Eine neue Olacacee. — ENGLER's Bot. Jahrb. X, 1889, S. 291—292.

Eine brasilianische *Gunnera* (*Gunnera manicata* Lind.). — A. a. O., XII, 1890, Beiblatt 28, S. 1—3.

Ein Ausflug nach der Serra de Caparaó nebst dem Versuche einer Vegetationsskizze der dortigen Flora. — A. a. O., S. 4—10.

Plantas Novas Mineiras. — Ouro Preto 1898. 4°. Fasciculo I: 10 Seiten mit 2 Tafeln; II: 1900, 42 Seiten mit 4 Tafeln.

Eduard Tangl.

Von

G. HABERLANDT.

EDUARD TANGL wurde am 20. März 1848 zu Lemberg als Sohn eines Arztes geboren, dessen Familie ursprünglich zu Wolfsberg in Kärnten ansässig war[1]). Der Vater, ein ausgezeichneter Kenner der Flora Galiziens, weckte im Sohne schon frühzeitig den Sinn für die Beobachtung der Natur, insbesondere der Pflanzenwelt. Nach Absolvierung des Gymnasiums in seiner Vaterstadt bezog TANGL daselbst die Universität, wo u. a GUSTAV ADOLF WEISS sein Lehrer war. Im Jahre 1870 wurde er zum Doktor der Philosophie promoviert, und schon im nächsten Jahre erfolgte seine Habilitierung als Privatdozent für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Lemberger Universität. Eine Zeitlang war er dann an der landwirtschaftlichen Lehranstalt zu Dublany bei Lemberg tätig, und im Jahre 1876 wurde er als ausserordentlicher Professor der Botanik an die neugegründete Universität Czernowitz berufen; im Jahre 1881 erfolgte seine Ernennung zum ordentlichen Professor der Botanik und Pharmakognosie.

Fast 30 Jahre lang hat ED. TANGL an der Universität Czernowitz gewirkt. Durch Begründung des botanischen Institutes und die Anlegung des botanischen Gartens hat er sich um die Pflege der wissenschaftlichen Botanik im fernsten Osten der österreichischen Monarchie ein dauerndes Verdienst erworben. Als akademischer Lehrer errang er sich die Liebe und Anhänglichkeit seiner Schüler; sie rühmten die Eindringlichkeit und Lebhaftigkeit seiner Lehre auch dann noch, als schon andauernde Kränklichkeit an seinen Kräften zehrte. Dies war wohl auch die Hauptursache, weshalb TANGL schon seit einer langen Reihe von Jahren mit wissenschaftlichen Arbeiten nicht mehr hervorgetreten ist. In der Ausübung der Musik, der er seit seiner Kindheit leidenschaftlich ergeben war — schon in frühen Jahren komponierte er ein Requiem, das in der Lemberger Dominikanerkirche mit grossem Erfolge aufgeführt wurde — fand er aber bis an sein Lebensende das Glück seines reichen Innenlebens. Am 9. Juli 1905 ist er plötzlich, 57 Jahre alt, gestorben.

ED. TANGL's wissenschaftliche Tätigkeit ist keine umfangreiche gewesen, auch sind seine Arbeiten von sehr ungleichem Werte. Anfänglich hemmte ihn augenscheinlich der Mangel einer methodischen

---

[1]) Die biographischen Daten verdanke ich Herrn Privatdozenten Dr. FR. LUKSCH in Czernowitz.

Schulung, und selbst in seinen besten Arbeiten ist hin und wieder das Undisziplinierte des Autodidaktentums nicht zu verkennen. Um so höher ist es darum anzuschlagen, dass Tangl sich in seinen Arbeiten zu einer weitgehenden Selbstkritik und umsichtigen, oft sogar allzu umständlichen Abwägung aller Möglichkeiten durchgerungen hat. Seiner Darstellungsweise haftet meist etwas Schwerfälliges, wenig Geordnetes an und verrät nicht den feinen, künstlerischen Formensinn, der ihm als Musiker eigen war.

Die Erstlingsarbeit Tangl's: „Beitrag zur Kenntnis der Perforationen an Pflanzengefässen“ (Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissensch. 1871), der zwei Jahre später ein zweiter Beitrag folgte, erhebt sich noch nicht über das Niveau einer fleissigen Durchschnittsdissertation. Dagegen hätte die nächste Arbeit leicht bedeutungsvoll werden können. Im Jahre 1874 veröffentlichte nämlich Tangl in der Zeitschrift „Lotos“ eine kurze Mitteilung: „Über eigentümlich geformte Plasmakörper in den Epidermiszellen von *Cypripedium Calceolus* L. und das mikrochemische Verhalten des Zellsaftes derselben Zellen“. Anknüpfend an Wiesner's Beobachtungen über die Chromatophoren von *Neottia nidus avis* beschreibt Tangl analoge farblose Plasmakörper von spindelförmiger Gestalt, die in der Mitte häufig eingeschnürt und dann biskuitförmig sind. So gehört Tangl nicht nur zu den Ersten, die Leukoplasten überhaupt gesehen und beschrieben haben, er war vielmehr auch der Erste, der ihre Zugehörigkeit zum System der Chromatophoren richtig erkannt hat. Da er sich aber nicht die Frage stellte, ob diese Gebilde eine allgemeinere Verbreitung besitzen, so teilte jene Betrachtung das Schicksal fast aller derartiger Notizen: sie wurde alsbald wieder vergessen.

In den 1876 in den Sitzungsberichten der Wiener Akademie veröffentlichten „Beiträgen zur Mikrochemie der Pflanzenzellen“ beschäftigt sich Tangl mit dem Inhalt der Schlauchzellen in der Blattepidermis von *Sedum Telephium*, der bei Behandlung mit Alkalien eigenartige „Niederschlagsmembranen“ liefert. Über die chemische Beschaffenheit der membranogenen Substanz konnte nichts Sicheres ermittelt werden.

In den Jahren 1877 und 1878 erschien in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften zu Wien die ausführliche, umfangreiche Arbeit über „Das Protoplasma der Erbse“. Den Ausgangspunkt bildete eine zufällige Beobachtung: das Vorkommen eingekapselter und an die Zellwand angekitteter Stärkekörner in den Keimblättern der Erbse, die infolge des Keimungsprozesses nahezu vollständig entleert waren. Um die Entwicklungsgeschichte dieser Kapseln möglichst genau studieren zu können, wurde das Protoplasma der ruhenden, quellenden und keimenden Erbse einer höchst ausgedehnten Untersuchung unterzogen. Immer wieder frägt man sich, wenn man sich durch die weitschweifige Darstellung der Untersuchungsergebnisse mühevoll durcharbeitet, wohinaus der Verfasser eigentlich will; und trotz der Anerkennung des Scharfsinnes, die der Autor dem Leser abnötigt, wenn er Hypothesen baut, empfindet man stets aufs Neue die Unklarheit des Gedankenganges, welche die Folge einer unpräzisen, verschwommenen Fragestellung ist. — An tatsächlichen neuen Ergebnissen enthält die Arbeit vor allem den Nachweis des Vorkommens eingekapselter Stärkekörner. Die Substanz der Cystenwände wird genau untersucht, ihr mikrochemisches Verhalten geprüft und der Nachweis erbracht, dass es sich nicht um einen celluloseähnlichen Körper, sondern um ein stickstoffhaltiges, stark lichtbrechendes und erstarrendes Sekret des Protoplasmas handelt. Erst zwei Jahrzehnte später (1896) hat BUSCALIONI genau dieselbe Erscheinung der Einkapselung von Stärkekörnern in der Samenschale von *Vicia narbonensis* beschrieben, ohne TANGL's Beobachtung zu kennen. — Eine andere, damit im Zusammenhange stehende Erscheinung besteht in dem Auftreten von Zellen in den im Lichte keimenden Kotylen, die von derselben Sekretmasse, welche die Kapselwände bildet, ganz ausgefüllt werden. Man kann das Auftreten solcher „Vollzellen", wie TANGL sie nennt, auch künstlich hervorrufen, indem man das Keimblatt durch einen Nadelstich verletzt; in der Nähe der Wundfläche treten bald jene sekreterfüllten Zellen auf, und auch in den benachbarten Intercellularräumen ist das Sekret in Form von grösseren oder kleineren Belegen, von Höckern und Wärzchen an den Zellwänden zu beobachten; streckenweise werden die Intercellularen sogar vollständig verstopft. Mit Recht erblickt TANGL darin eine Vernarbungserscheinung.

Im Jahre 1880 erschien in PRINGSHEIM's Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik die Abhandlung: „Über offene Kommunikationen zwischen den Zellen des Endosperms einiger Samen", mit welcher sich der bis dahin nur wenig bekannte Forscher mit einem Schlage einen Ehrenplatz in der Geschichte der Anatomie und Physiologie der Pflanzen gesichert hat. Es ist hier nicht der Ort und wohl auch überflüssig, die Tragweite der Entdeckung der Plasmaverbindungen oder Plasmodesmen, wie sie STRASBURGER genannt hat, für die Lehre von der Stoffwanderung und Reizleitung im Pflanzenkörper eingehender zu erörtern. Nur mit einigen Worten soll die Arbeit selbst, die Art und Weise, wie TANGL seine Entdeckung machte und welche Bedeutung er ihr zuschrieb, gekennzeichnet werden.

Indem TANGL in der Einleitung mitteilt, dass er „im Verlaufe von Untersuchungen über das Verhalten der Cellulosemembranen gegen organische, in diesen durch mineralische Zusatzmittel fixierbare Farbstoffe" (Alaunkarmin) zur Auffindung der Plasmaverbindungen im Endosperm von *Strychnos nux vomica* gelangt ist, kennzeichnet er dieselbe selbst als eine Zufallsentdeckung. Allein der Weg, der zurückgelegt werden musste, um die feine Querstreifung der Zellwände in diluiertem Alkohol als den Ausdruck des Vorhandenseins zarter Plasmafäden zu erkennen, welche die benachbarten Plasmakörper miteinander verbinden, — dieser Weg wurde von TANGL in methodisch einwandfreier, sicherer und zielbewusster Weise zurückgelegt. Mit vollständiger Klarheit und Bestimmtheit konnte er demnach das Ergebnis seiner Untersuchungen am Schlusse der Abhandlung mit den Worten ausdrücken, „dass die verdickten Membranen des Endosperms einiger Samen von einem System von Verbindungskanälen durchzogen werden, durch welche eine offene Kommunikation zwischen benachbarten Zellelementen und ein kontinuierlicher Zusammenhang ihrer Protoplasmakörper hergestellt wird“ [1].

TANGL hat in dieser Abhandlung auch schon die beiden Haupttypen der Plasmodesmen festgestellt: die Plasmafäden, welche, wie im Endosperm von *Strychnos nux vomica*, die ganze verdickte Zellwand durchsetzen, und jene Plasmodesmen, welche, wie im Endosperm von *Areca oleracea* und *Phoenix dactylifera*, auf die Tüpfelschliesshäute beschränkt sind. Er hat ferner darauf hingewiesen, dass sie auch noch bei anderen Objekten aufgefunden werden dürften und hinsichtlich ihrer physiologischen Bedeutung auf die wichtige Rolle aufmerksam gemacht, die sie bei der Stoffwanderung bezw. bei der Entleerung der Reservestoffbehälter zur Zeit der Keimung spielen dürften.

Die Arbeit TANGL's über die Plasmaverbindungen muss auch in formeller Hinsicht als seine beste bezeichnet werden. Alle Weitschweifigkeit wird vermieden, die Ausdrucksweise ist einfach und prägnant, das Ziel steht dem Verfasser klar vor Augen.

Noch zweimal hat sich TANGL mit den Plasmaverbindungen beschäftigt und ihre Funktion zu ergründen versucht. In der Abhandlung: „Zur Lehre von der Kontinuität des Protoplasmas im Pflanzengewebe“ (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1884) weist er zunächst das Vorhandensein von Plasmodesmen in den Tüpfelschliesshäuten der Seiten- und Querwände der Zwiebelschalenepidermis von *Allium Cepa* nach und beschreibt dann die bis dahin unbekannten „traumatropen“ Umlagerungen des Plasmas und der Zellkerne nach mechanischer Verletzung der Epidermis. Die Fortleitung des Wundreizes von Zelle zu Zelle bringt TANGL „in kausale Beziehung zur nachgewiesenen Kontinuität der Protoplasmakörper im Epidermisgewebe“. Während er so die Bedeutung der Plasmodesmen für die Reizleitung in einem bestimmten Einzelfalle nachzuweisen sucht, hebt er in den „Studien über das Endosperm einiger Gramineen“ (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1885) ihre Bedeutung für die Stoffleitung hervor. Er zeigt zunächst, dass sowohl die Seitenwände, wie auch die an die peripheren Stärkezellen angrenzenden Innenwände der Kleber- oder Aleuronzellen von *Secale cereale*, *Triticum vulgare* usw. von Plasmaverbindungen durchsetzt werden. Da nun die Auflösung der Stärkekörner während der Keimung vom Scutellum ausgehend zunächst in den an die Kleberzellen unmittelbar angrenzenden Endospermzellen beginnt und allmählich in die Tiefe fortschreitet, so folgert TANGL, dass die Kleberschicht einen „fermentleitenden Gewebemantel“ vorstelle, welcher das vom Scutellum ausgeschiedene diastatische Ferment aufnimmt, tangential fortleitet und an die Stärkezellen abgibt. „Dass hierbei den Verbindungsfäden, mit denen die Scheidewände der Aleuronzellen ausgestattet sind .... eine ganz eminente Bedeutung zukommen muss, ist eine naheliegende Deutung des anatomischen Befundes.“

---

[1] Die in sachlicher und historischer Hinsicht unrichtigen Bemerkungen von KIENITZ-GERLOFF und A. BURGERSTEIN, die den Anschein erwecken, als gebühre nicht TANGL die Priorität der Entdeckung der Plasmodesmen, verdienen keine nähere Beachtung. (Vergl. G. LEIBLINGER, Zur Berichtigung in Sachen der Plasmodesmenfrage. Czernowitz 1903.)

Auch mit Kern- und Zellteilungsvorgängen hat sich TANGL beschäftigt. Doch haben seine beiden Arbeiten: „Über die Teilung der Kerne in *Spirogyra*-Zellen“ (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, 1882) und über „Die Kern- und Zellteilungen bei der Bildung des Pollens von *Hemerocallis fulva* L.“ (Denkschriften der Wiener Akademie, 1882) keine wesentlich neue Tatsache aufgedeckt.

Endlich ist auch noch die Abhandlung: „Zur Morphologie der Cyanophyceen“ (Denkschriften der Wiener Akademie, 1883) zu erwähnen, in welcher der Verfasser eine oscillarienartige Cyanophycee beschreibt, die er *Plaxonema oscillans* nennt. Sie soll sich durch rein blaue, plattenförmige Chromatophoren auszeichnen, die in dem diffus blaugrün gefärbten Plasma auftreten, doch nicht in allen Zellen vorkommen. Offenbar sind diese „Chromatophoren“ nichts anderes als Phycocyankristalle gewesen. Die eigentümliche „Zoogloeabildung“, die TANGL beschreibt, ist nach PALLA eine Absterbeerscheinung.

* * *

EDUARD TANGL war ein kenntnisreicher, scharfsinniger, dabei stets gewissenhafter und bescheidener Forscher, aber keine hervorragende, scharf ausgeprägte wissenschaftliche Persönlichkeit. Doch ward ihm das seltene Glück zuteil, dass er im Entwicklungsgange der Wissenschaft zum Verkünder einer grossen neuen Wahrheit ausersehen wurde. Zur Ehre seines Andenkens muss gesagt werden, dass er sich dieser grössten Auszeichnung, die einem Gelehrten und Forscher widerfahren kann, stets würdig erwiesen hat.

Johann Anton Schmidt.

Von

E. PFITZER.

JOHANN ANTON SCHMIDT wurde am 6. Mai 1823 in Hamburg geboren. Seine Eltern gehörten alten Patrizierfamilien an und genoss er mit seinen sieben Geschwistern eine frohe Jugendzeit in reichen und behaglichen Verhältnissen. Schon in früher Kindheit wandte sich sein Interesse der Pflanzenwelt seiner Heimat zu. „Die Flora seiner Umgebung kennen zu lernen, schien wichtiger und angenehmer als alle Genüsse der Geselligkeit, welche die Vaterstadt im reichsten Masse darzubieten imstande war; und unbekannt mit den steifen, erkünstelten Formen des sogenannten Welttones, welche eine dem jugendlichen Alter angemessene, natürliche Erziehung nicht aufgedrängt hatte, wurden vielmehr die Freuden in dem engen Kreise der Seinigen und in dem weiten Bereiche der Natur hinlänglich gefunden[1].“ SCHMIDT's Wunsch, Botanik zu studieren, um „seinen Pflanzen ganz leben zu können und sie von einer anderen und tieferen Seite kennen zu lernen[1])“, stiess zunächst auf Widerspruch in seiner durchaus kaufmännischen Familie; nachdem aber ein Versuch, aus dem jungen Mann einen Gärtner und Samenhändler zu machen, fehlgeschlagen war, durfte derselbe im Sommer 1848, schon 25 Jahre alt, die Universität beziehen. Seine botanischen Lehrer waren G. W. BISCHOFF in Heidelberg (Sommer 1848 bis Sommer 1849), BARTLING und GRISEBACH in Göttingen (Winter 1849 bis Sommer 1850). Hier erhielt SCHMIDT im Herbst 1850 die philosophische Doktorwürde. Seine Dissertation[2]) behandelt die Ursachen der Pflanzenverbreitung und vergleicht die Vegetation der Alpen mit derjenigen der norddeutschen Tiefebene. Aus dieser Arbeit geht hervor, dass der Verfasser schon damals sich tüchtige floristische Kenntnisse erworben hatte, wozu verschiedene Reisen durch Nord- und Süddeutschland, Tirol und die Schweiz wesentlich beitrugen.

Der Wunsch, auch die Pflanzenwelt wärmerer Gebiete zu sehen, führte SCHMIDT dann im Januar 1851 nach den Cap-Verdischen Inseln, auf denen er sich bis zum April aufhielt und nicht nur eifrig Pflanzen sammelte, sondern sich auch bemühte, die allgemeineren Verhältnisse nach Möglichkeit kennen zu lernen. 1852 erschien als

---

1) Vorrede zur Flora der Cap-Verdischen Inseln.

2) Beobachtungen über die Verbreitung und Verteilung phanerogamer Pflanzen Deutschlands und der Schweiz. Göttingen, E. A. HUTH, 1850, 59 S., 8°.

Frucht dieser Reise ein Buch1), welches etwa je zur Hälfte eine allgemeine Darstellung und eine floristische Aufzählung enthält; letztere nennt 435 Gefässpflanzen und einige Moose und Thallophyten. Im allgemeinen Teil sind wieder pflanzengeographische und phytostatistische Fragen mit Vorliebe behandelt.

Mit den ersten Druckbogen dieses Buches habilitierte sich SCHMIDT im Januar 1852 als Privatdozent für Botanik in Heidelberg. Inwieweit es ihm gelang, neben BISCHOFF zu einer erspriesslichen Lehrtätigkeit zu kommen, hat sich nicht ermitteln lassen; aber schon im Herbst 1854 änderten sich durch des letzteren Tod die Verhältnisse völlig. Da BISCHOFF's Stelle lange Zeit nicht wieder besetzt wurde, war SCHMIDT fast ein Jahrzehnt der Hauptvertreter seiner Wissenschaft in Heidelberg — neben ihm lehrten noch die Privatdozenten Dr. VON HOLLE (1857—1861) und Dr. AHLES (1861—1863). Die erste Ursache dieses ungewöhnlichen Zustandes war, dass die Fakultät die Berufung HUGO VON MOHL's wünschte, während der Regierung die zur Gewinnung dieses hervorragenden Forschers nötigen Mittel nicht zu Gebote standen. Im November 1855 wurde SCHMIDT zum ausserordentlichen Professor ernannt; bald darauf erhielt er auch „in provisorischer Weise“ die Direktion des botanischen Gartens.

Im Jahre 1857 erschien seine vortreffliche „Flora von Heidelberg“2), begründet auf eifrige eigene Studien und zahlreiche Mitteilungen von BISCHOFF und C. SCHIMPER. Ferner bearbeitete SCHMIDT für MARTIUS' Flora brasiliensis die Labiaten3) und Scrophulariaceen4).

Im Juni 1858 gab das Ministerium der Fakultät zu erwägen, ob das Provisorium nicht durch die Ernennung SCHMIDT's zum Ordinarius beendet werden solle. Die Fakultät erkannte gern dessen tüchtige Leistungen als Systematiker und Lehrer an, aber bei dem Übergewicht, welches gerade in dieser Zeit die Anatomie und Physiologie der Pflanzen erhalten hatten, wünschte die Fakultät, dass der künftige Ordinarius sich auch in diesen Fächern als Schriftsteller bewährt haben solle und wiederholte ihren Antrag, MOHL zu berufen. So blieb zunächst wieder das Provisorium bestehen, nur bezog

---

1) Beiträge zur Flora der Cap-Verdischen Inseln. Mit Berücksichtigung aller bis jetzt daselbst bekannten wildwachsenden und kultivierten Pflanzen. Heidelberg, E. MOHR, 1852, 357 S., 8°.

2) Flora von Heidelberg. Zum Gebrauch auf Exkursionen und zum Bestimmen der in der Umgegend von Heidelberg wildwachsenden und häufig kultivierten Phanerogamen. Heidelberg, J. C. B. MOHR, 1895, 395 S., 8°.

3) Flora brasiliensis ed. C. F. P. DE MARTIUS et FENZL. Tome VIII, 1, Fasc. XXI, Labiatae expos. J. A. SCHMIDT, p. 65—206, Tab. XIV—XXXVIII, 1858.

4) Ibid., Fasciculus XXX. Scrophularinae expos. J. A. SCHMIDT, p. 229—330, Tab. XXXIX—LVII, 1862.

SCHMIDT vom Jahre 1859 an ein bescheidenes Gehalt. Im Jahre 1861 verheiratete er sich mit MINNA NÜRNBERG, der Tochter eines Hamburger Schulvorstehers.

In demselben Jahre regte das Ministerium abermals die definitive Besetzung der ordentlichen Professur an. Von denselben Gesichtspunkten wie 1858 geleitet, schlug die Fakultät vor, entweder ROBERT CASPARY, demnächst ANTON DE BARY als Ordinarius, oder aber JULIUS SACHS, JOHANNES HANSTEIN, LUDWIG RADLKOFER als Extraordinarius für Anatomie und Physiologie der Pflanzen zu berufen; sie verwandte sich ferner dafür, dass SCHMIDT jedenfalls die Direktion des botanischen Gartens belassen werden solle. Erst nach zwei Jahren wurde diese Angelegenheit in ganz anderer Weise entschieden. Es war ein harter Schlag für SCHMIDT, dass im Juni 1863, auch der Fakultät unerwartet[1]), WILHELM HOFMEISTER zum ordentlichen Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens ernannt wurde. Schon im Juli suchte SCHMIDT seine Entlassung aus dem badischen Staatsdienst nach, und im Herbst 1863 siedelte er mit seiner jungen Frau nach Hamburg über, wo ihm in demselben Herbst eine Tochter, das einzige Kind einer langen, glücklichen Ehe, geboren wurde.

SCHMIDT's Absicht, für seine Heidelberger Zuhörer einen systematischen Leitfaden zu schreiben, kam nun in anderer Form zur Ausführung: 1865 erschien sein Buch über die natürlichen Pflanzenfamilien[2]), eine sehr klare und zweckmässige Darstellung, welche bewies, dass er das Gesamtgebiet der Systematik der Blütenpflanzen in hohem Masse beherrschte.

In Hamburg lebte SCHMIDT, der sich stets durch grosse Zurückhaltung ausgezeichnet hatte, als stiller Privatgelehrter und verkehrte namentlich in streng kirchlichen Kreisen. Zahlreiche Reisen, auf denen er eifrig Pflanzen sammelte, brachten in dieses ruhige Dasein einige Abwechslung. Im Jahre 1869 bearbeitete er noch für WARMING's „Symbolae“ die von diesem aus Zentralbrasilien mitgebrachten Labiaten und Scrophulariaceen[3]); seitdem hat er meines Wissens nichts mehr veröffentlicht. SCHMIDT's Absicht, eine Teratologie zu schreiben, ist nicht zum Abschluss durch den Druck gekommen, wenn auch die zahlreichen Manuskripte seines Nachlasses wohl darauf

---

[1]) Vergl. PFITZER, WILHELM HOFMEISTER. Festschrift der Universität Heidelberg, 1903, II, S. 272.

[2]) Anleitung zur Kenntnis der natürlichen Familien der Phanerogamen. Ein Leitfaden zum Gebrauch bei Vorlesungen und zum Studium der speziellen Botanik. Stuttgart, SCHWEIZERBART, 1856, 351 S., 8°.

[3]) Symbolae ad floram Brasiliae australis cognoscendam. Edit. EUG. WARMING. Particula II. Labiatae, Scrophularinae auct. J. A. SCHMIDT. Vidensk. Meddel. f. d. Naturhist. Foren. Tome I, Kjøbenhavn, 1870, S. 38–58.

Bezug haben werden. Jedenfalls beschäftigte er sich viel mit dem Sammeln und Beschreiben von Monstrositäten.

Heidelberg hat er mehrmals wieder aufgesucht und den sich immer mehr lichtenden Kreis seiner ehemaligen Kollegen besucht; auch an dem Universitätsjubiläum 1886 nahm er teil. Im Jahre 1893 feierte er, noch sehr rüstig, mit den Seinigen den 70. Geburtstag am Vierwaldstätter See und freute sich, nach 50 Jahren die Frühlingsflora der Voralpen wiederzusehen.

Im Frühjahr 1902 traf ihn ein Schlaganfall, er lag wochenlang bewusstlos und blieb seitdem leidend. Im März 1904 verlor er die Gattin, welche ihn hingebend gepflegt hatte. Er zog dann nach Elberfeld, wo seine einzige Tochter verheiratet war, und ist hier am 21. Januar 1905 im 83. Lebensjahre sanft entschlafen.

SCHMIDT's grosses Herbarium ist in den Besitz des Botanischen Museums in Hamburg übergegangen, seine Bibliothek kam nach Kiel.

Ich habe noch die angenehme Pflicht, an dieser Stelle Frau Pastor BORNHAK in Elberfeld für ihre gütigen Mitteilungen aus dem Leben ihres Vaters, ferner Herrn Prof. ZACHARIAS in Hamburg für freundliche Hilfe verbindlichst zu danken.

Otto Wünsche[1].

Von

J. ABROMEIT.

In der Frühe des 6. Januar 1905 verstarb in Zwickau nach kurzem Leiden an den Folgen einer Gehirnblutung Herr Oberlehrer Professor Dr. FRIEDRICH OTTO WÜNSCHE im 64. Lebensjahre. Schon im Jahre 1903 war WÜNSCHE kränklich geworden, so dass er am 1. Oktober einen Urlaub nehmen musste, und als auch späterhin die ehemalige Rüstigkeit nicht wiederkehrte, war er genötigt, das Lehramt am Gymnasium gänzlich aufzugeben und sich in den Ruhestand versetzen zu lassen. In dem Verstorbenen verlor Sachsen einen bewährten Kenner der heimatlichen Flora und Deutschland einen seiner hervorragendsten Floristen. Durch seine weitverbreiteten praktischen Bücher regte er zur selbständigen Beobachtung und Bestimmung an, die durch Anwendung der analytischen Methode vielfach erleichtert wurde. Viele wurden mit der von ihm streng befolgten Methode vertraut und aus einem Pflanzenliebhaber ist wohl nicht selten ein eifriger Forscher erstanden, dessen Ergebnisse in pflanzengeographischer Hinsicht von Wert sein konnten. Mehrere seiner Veröffentlichungen haben auch noch eine wesentliche Bedeutung für die Heimatskunde von Sachsen, insofern sie Nachweise von dem Vorkommen bemerkenswerter oder sehr seltener Pflanzen enthalten, die als Naturdenkmäler aufgefasst werden können.

---

[1] Für gütige Unterstützung durch Einsendung von Notizen und Veröffentlichungen über den Lebenslauf WÜNSCHE's bin ich insbesondere seinem Sohne, Herrn Regierungsbaumeister HELLMUTH WÜNSCHE, sowie dem Herrn Professor BASTIAN SCHMID in Zwickau und Herrn Dr. SCHORLER in Dresden, der einen Nachruf an WÜNSCHE in der „Isis" 1905 veröffentlichte, zu grossem Dank verpflichtet. Ein ausführlicherer Nachruf an WÜNSCHE, von Herrn ROBERT BERGE verfasst, befindet sich u. a. in Nr. 8 der wissenschaftlichen Beilage der „Leipziger Zeitung" vom 7. März 1905, S. 189, und vom Verfasser in „Natur und Schule" 1905.

FRIEDRICH OTTO WÜNSCHE wurde am 19. März 1839 im Dorfe Milkel bei Bautzen geboren, wo sein Vater als Kunstgärtner auf dem gräflich EINSIEDEL'schen Rittergute tätig war. Seine Jugendjahre brachte WÜNSCHE zunächst an seinem Geburtsorte und später in Königswartha zu, wohin die Eltern übersiedelten, um eine eigene Gärtnerei zu begründen. Der Aufenthalt auf dem Lande sowie der Beruf des Vaters mögen schon frühzeitig auf den Knaben eingewirkt und eine Neigung zur Betrachtung der Natur, insbesondere der Pflanzen und Tiere, eingeflösst haben. Da er Begabung zeigte und in der Schule gute Fortschritte machte, beschlossen seine Eltern ihm eine bessere Bildung zuteil werden zu lassen und wählten den Lehrerberuf, dem der aufgeweckte Knabe sich widmen sollte. Im Alter von 14 Jahren wurde er auf die Präparandenanstalt geschickt und besuchte von 1855—1859 das Lehrerseminar in Bautzen, wo ihn ganz besonders der von RUFFANY erteilte naturwissenschaftliche Unterricht anregte. Nach der Lehrerprüfung erhielt WÜNSCHE 1859 eine provisorische Beschäftigung in Bernbach bei Kamenz, die nicht von langer Dauer war. Bereits 1860 erhielt er eine Anstellung an der I. Bürgerschule in Zittau, wo er infolge seiner Befähigung nach einigen Jahren mit dem gesamten naturwissenschaftlichen Unterricht betraut wurde; ausserdem erteilte er an der gewerblichen Sonntagsschule auch noch den Unterricht in Physik und Chemie. Die Nähe des Gebirges verlockte WÜNSCHE zu zahlreichen Ausflügen, auf denen viel beobachtet und gesammelt wurde. Jedenfalls wirkte der Aufenthalt in Zittau auf ihn sehr günstig ein. Um auch weitere Kreise zur Naturbeobachtung anzuregen, begründete er einen naturwissenschaftlichen und Gebirgsverein „Globus“, dem er seine Kräfte und Mussezeit widmete. Nur wenige Jahre sollte indess WÜNSCHE in Zittau, wo er auch seine Lebensgefährtin fand, verbleiben. Auf ministerielle Verfügung erhielt er 1867 eine Anstellung am Gymnasium in Zwickau als Lehrer für Naturwissenschaften, unterrichtete später jedoch auch in der Geographie.

Während seiner Lehrtätigkeit fühlte er schon längst den Mangel eines zur Einführung in die Kenntnis der einheimischen Pflanzen geeigneten Buches, da die vorhandenen Werke teils unvollständig, teils gänzlich veraltet waren. Er hatte bereits eine Fülle eigener Beobachtungen angestellt und gedachte dieselben bei der Ausarbeitung einer Exkursionsflora für das Königreich Sachsen zu verwerten. Da das Buch als ein Leitfaden auf Exkursionen dienen sollte, durfte es nur Diagnosen enthalten, die kurz und leicht zu überblicken waren. Das konnte nur durch Anwendung der analytischen oder diagnostischen Methode erreicht werden, die in WÜNSCHE ihren eifrigsten Anhänger gefunden hat. Von nun ab begann für WÜNSCHE eine reiche schriftstellerische Tätigkeit. Die Exkursionsflora war dem Geheimrat Dr. THEODOR VOGEL in Dresden gewidmet und erschien 1869 in dem bekannten Verlage von B. G. TEUBNER (TH. HOFFMANN) in Leipzig. Das Büchlein fand eine gute Aufnahme seitens des Publikums, zumal auch das Ministerium es zur Anschaffung den höheren Lehranstalten empfohlen hatte. Es erfuhr mehrere Auflagen, in denen WÜNSCHE stets dem neuesten Standpunkte der Forschung gerecht zu werden suchte. Die 9. Auflage erschien noch vor dem Ableben des Verfassers im Jahre 1904 unter dem neuen, bereits in der 8. Auflage gebrauchten Titel, „Die Pflanzen des Königreichs Sachsen“.

Schon 1871 hatte WÜNSCHE auch die höheren Kryptogamen seiner Heimat bearbeitet. Unter dem Titel: „Filices Saxonicae. Die Gefässkryptogamen des Königreichs Sachsen und der angrenzenden Länder“ erschien 1871 von ihm eine Arbeit, die er der philosophischen Fakultät der Universität Leipzig einreichte, um die Doktorwürde zu erlangen. Die Fakultät verlieh sie ihm nach einem Examen, obgleich er — was damals noch zulässig war — auf keiner Universität studiert hatte. Von der erwähnten Schrift erschien 1878 noch eine 2. Auflage. Der günstige Erfolg der Exkursionsflora für das Königreich Sachsen ermutigte den Verfasser zur Erweiterung des Werkes. Er bearbeitete nun sämtliche höheren Pflanzen Deutschlands nach der von ihm beliebten und folgerichtig durchgeführten analytischen Methode und gab das Buch 1871 ebenfalls bei TEUBNER heraus unter dem Titel: „Schulflora von Deutschland“, da das Buch in erster Reihe den Anfängern das Bestimmen erleichtern sollte und das weite Gebiet von der Nord- und Ostsee bis zu den Alpen umfasste. Sehr zutreffend äussert sich WÜNSCHE im Vorwort zur 1. Auflage dieses Buches: „Welchen Zweck man auch mit dem Studium der Botanik verbinden mag, immer wird die richtige Kenntnis der Pflanzenarten die Grundlage jeder höheren Forschung sowie jeder nutzbaren Anwendung der letzteren bleiben.“ Dieses Wort sollten diejenigen beherzigen, die ein erfolgreiches Studium der Botanik auch ohne die erwähnte Kenntnis betreiben zu können glauben. Die Schulflora fand einen noch viel grösseren Anklang als die Exkursionsflora. Für die Güte des Werkes spricht u. a. der Umstand, dass es eine Übersetzung in das Holländische erfahren hat. In der 7. Auflage 1897 erweiterte der Verfasser den Umfang desselben durch Berücksichtigung aller im deutschen Florengebiete vorkommenden Farn- und Blütenpflanzen, begrenzte die Familien und Gattungen im Sinne der ENGLER-PRANTL'schen Pflanzenfamilien und ersetzte den bisherigen Titel durch den passenderen Ausdruck: „Die Pflanzen Deutschlands". Eine 8. Auflage mit wesentlichen Verbesserungen erschien 1901.

Unermüdlich war WÜNSCHE bemüht, die Flora der Umgebung seines Wohnortes auf vielen Exkursionen teils unter Begleitung von Schülern, teils in Gesellschaft von Freunden, zu erforschen. Im Osterprogramm des Zwickauer Gymnasiums veröffentlichte er 1874: „Vorarbeiten zu einer Flora von Zwickau". Hierzu sowie „Beiträge zur Kenntnis der Flora von Sachsen" erschienen 1874, 1875, 1886, 1888, 1889 und 1891 in den Jahresberichten des Vereins für Naturkunde in Zwickau. Als eine Ergänzung der Schulflora von Deutschland und der Exkursionsflora für das Königreich Sachsen gab WÜNSCHE 1876 „Die Kryptogamen Deutschlands" und zwar die höheren Kryptogamen heraus. Es wurden darin die Moose und Gefässbündelkryptogamen berücksichtigt, die eine leichte Bestimmung mit Hilfe einer Lupe und meist ohne Mikroskop ermöglichen.

Schon Mitte der 70er Jahre hatte WÜNSCHE sein Augenmerk auch auf die bisher vielfach vernachlässigten niederen Kryptogamen gerichtet. Er hatte inzwischen die Pilze in Bearbeitung genommen, nach der analytischen Methode behandelt und veröffentlichte 1877 ein 322 Oktavseiten umfassendes Werk: „Die Pilze, eine Anleitung zur Kenntnis derselben". WÜNSCHE hatte darin eine klare Übersicht über die meisten Familien, Gattungen und Arten gegeben, nachdem die unwichtigen ausgeschieden worden waren. Der Anfänger sollte sich im Bestimmen dieser oft schwierig zu unterscheidenden Gewächse üben, und dem Kenner sollte das Buch als ein vergleichender Leitfaden dienen. Auch hierbei hatte der Verfasser auffälligen makroskopischen Merkmalen den Vorzug gegeben und die mikroskopischen Charaktere nur da angewandt, wo sie unumgänglich erforderlich waren. Bedauerlicherweise erschien von diesem für Exkursionen empfehlenswerten Buche keine neue Auflage. Eine französische Übersetzung desselben soll ohne Wissen des Verfassers hergestellt worden sein.

WÜNSCHE beschränkte sich auf die Floristik nicht allein; er war vielmehr auch auf anderen Gebieten der Naturwissenschaften schriftstellerisch tätig. An einem Werke über die Insekten, das in die drei Abteilungen: I. Käfer, II. Schmetterlinge, III. Netz-, Gerad- und Hautflügler geschieden war, arbeitete WÜNSCHE mit VON SCHLECHTENDAL.

Das genannte Werk erschien, wie das meiste, was WÜNSCHE veröffentlichte, 1879 im Verlage von B. G. TEUBNER (TH. HOFFMANN). Ferner war WÜNSCHE im Auftrage der Hofbuchhandlung THIENEMANN in Gera Mitarbeiter an der gemeinnützigen Naturgeschichte von LENZ. Aus seiner Feder stammt der 5. Band dieses Werkes, der 1887 erschien und das Mineralreich umfasst. Des weiteren gab er im Auftrage der bekannten PAREY'schen Verlagsbuchhandlung in Berlin 1882 eine dritte, völlig umgearbeitete Auflage von SCHMIDLIN's „Anleitung zum Botanisieren“ heraus. WÜNSCHE hatte aus dem unhandlichen Buch einen bequemen Oktavband geschaffen, den Text den neueren Forschungen sowie der analytischen Methode entsprechend abgeändert und durchweg neue Abbildungen beigegeben. Bereits 1875 hatte WÜNSCHE in Aussicht gestellt, ein Buch über die niederen Kryptogamen zu liefern. Er vermochte sein Versprechen indessen, wohl infolge anderweitiger Arbeiten und der sehr zerstreuten Literatur über diesen Gegenstand, erst Ende der 80er Jahre einzulösen. Bis dahin gab es, abgesehen von einigen veralteten oder unvollständigen Veröffentlichungen, kein für Exkursionen geeignetes Buch, in dem die niederen Kryptogamen in Kürze und Übersichtlichkeit Berücksichtigung gefunden hatten. Vor allen Dingen fehlte es an einem Werke, in welchem diese nicht minder beachtenswerten und vielfach auch in praktischer Hinsicht sehr wichtigen Pflanzen nach der analytischen Methode übersichtlich bearbeitet worden waren. Diesem Mangel suchte WÜNSCHE durch Herausgabe seiner „Schulflora, 1. Teil: Die niederen Pflanzen“, die im bekannten Verlage 1889 erschien, abzuhelfen, und seine Zeitgenossen konnten ihm für das auf Exkursionen sehr nützliche Buch nur dankbar sein. Es fand die weiteste Verbreitung und war trotz des bescheiden klingenden Titels auch in akademisch-naturwissenschaftlichen Kreisen recht beliebt. Eine 2. Auflage, die er bereits in Vorbereitung genommen hatte, sollte er nicht mehr erleben, doch hat er dafür Sorge getragen, dass sie in seinem Sinne erfolgen wird. Den zweiten Teil der „Schulflora“ sollten die höheren Pflanzen bilden, indessen zog WÜNSCHE 1897 für dieses Buch den kürzeren und passenderen Titel: „Die Pflanzen Deutschlands“ vor.

Mit gleich günstigem Erfolge bearbeitete WÜNSCHE auch die Gebirgspflanzen. Ein hervorragend praktisches Büchlein, „Die Alpenpflanzen“ betitelt, erschien im genannten Verlage 1893 in erster und 1896 in zweiter Auflage, die keinerlei Veränderungen enthält.

Um auch den weniger bemittelten Natur- und Pflanzenfreunden praktische Hilfsmittel zu Beobachtungen darzubieten, lieferte WÜNSCHE mehrere Auszüge aus seinen bereits genannten Werken, die nur die wichtigsten und verbreitetsten Arten enthalten. Hierbin gehören: „Die verbreitetsten Pflanzen Deutschlands“ vom Jahre 1894, die bei

TEUBNER 1903 in 4. Auflage erschienen, ferner „Die verbreitetsten Käfer Deutschlands“ aus dem Jahre 1895 und „Die verbreitetsten Pilze Deutschlands“ 1896 ebenfalls im TEUBNER'schen Verlage. Die erstaunliche Arbeitskraft und schriftstellerische Leistungsfähigkeit WÜNSCHE's war damit aber noch keineswegs erschöpft. Mit besonderer Berücksichtigung des pädagogischen Gesichtspunktes verfasste er für die Hand des Lehrers bestimmte Hefte, die im Verlage der Gebrüder THOST (R. BRÄUNINGER) in Zwickau vor einem Jahrzehnt erschienen unter dem Titel: „Der naturkundliche Unterricht in Darbietungen und Übungen für Lehrer an Volksschulen und höheren Lehranstalten“. Es wurden in vier Heften die Farne, wovon jetzt die 4. Auflage vorliegt, ferner die Laubmoose (in zwei Auflagen), Gräser und Pilze in methodischer Weise berücksichtigt. In den Jahresberichten des Vereins für Naturkunde in Zwickau veröffentlichte WÜNSCHE die beiden Vorträge: „Göthe als Naturfreund und Naturforscher“ (1894) und „Blicke auf die Entwicklung der Naturwissenschaften“ (1902), aus denen hervorgeht, dass er auch allgemeinverständliche naturwissenschaftliche Fragen in geeigneter Weise zu behandeln vermochte. Sein Vorhaben, ein Werk über die Zierpflanzen Deutschlands herauszugeben, konnte er nicht mehr ausführen.

Viele Jahre gehörte WÜNSCHE dem Verein für Naturkunde in Zwickau an, dessen Zwecke er seit 1886 als Vorsitzender in hervorragender Weise förderte, so dass der genannte Verein ihn 1902 zu seinem Ehrenmitgliede und 1903 zum Ehrenvorsitzenden ernannte. Die naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis“ in Dresden ehrte ihn durch Ernennung zu ihrem korrespondierenden Mitgliede und der Deutschen Botanischen Gesellschaft gehörte er seit ihrer Begründung bis zu seinem Tode als ordentliches Mitglied an. Im Verein mit ASCHERSON lieferte er von 1884—1886 als Mitglied der erweiterten Kommission für die Flora von Deutschland Referate über die neuen Pflanzenfunde des obersächsischen Gebietes. (Er berichtete speziell für das Königreich Sachsen, einschliesslich der östlich von der Weissen Elster und Weida gelegenen preussischen, altenburgischen, weimarischen und reussischen Gebiete).

Von sonstigen Auszeichnungen mag erwähnt werden, dass WÜNSCHE 1891 den Professortitel erhielt; ausserdem wurde ihm 1899 das Ritterkreuz I. Klasse vom Albrechtsorden verliehen.

WÜNSCHE besass eine weit über das Durchschnittsmass reichende Arbeitskraft und Schaffenslust, die ihn nie rasten liessen. Er war ein Naturforscher, auf den das Wort „nunquam otiosus“ in vollem Umfange zutrifft. Der Botanik führte er viele Freunde und Förderer zu, und das Andenken an ihn wird durch jeden Frühling in dankbaren Herzen von neuem wachgerufen.

Federico Delpino.

Von

O. PENZIG.

Am 14. Mai 1905 starb in Neapel nach kurzer Krankheit, im Alter von noch nicht 72 Jahren, FEDERICO DELPINO, welcher unserer Gesellschaft lange als korrespondierendes Mitglied, und seit 1898 als Ehrenmitglied angehörte.

FEDERICO DELPINO war am 17. Dezember 1833 in der kleinen Stadt Chiavari geboren, wo sein Vater, ENRICO DELPINO, ein geachteter Advokat war. Von seiner ersten Jugendzeit ist wenig zu bemerken: er verlebte sie im elterlichen Hause, als zartes, oft kränkliches Kind. Er selber erzählte, dass er die Zeit vom vierten bis siebenten Jahre wegen seiner Kränklichkeit fast immer in der freien Luft, im kleinen Garten des Vaterhauses zubrachte; und wie er schon damals gerade in der Einsamkeit dieser Umgebung seinen Zeitvertreib darin fand, die Gewohnheiten der Ameisen, Bienen, Wespen und anderer Insekten zu beobachten und zu studieren. — Seine Schulbildung erhielt er später in dem von Priestern geleiteten Seminar in Chiavari, wo neben den zum Priesterberuf bestimmten Knaben auch auswärtige Schüler an dem Gymnasialkursus teilnehmen konnten; und seine gediegene Kenntnis der klassischen Sprachen, die ihm später sehr zugute kam, sowie seine Vertrautheit mit den Philosophen des Altertums, die in vielen seiner späteren Schriften durchklingt, ist dem Einflusse jener Schule zuzuschreiben. Erst später erlernte er die zum Studium der modernen Wissenschaft unentbehrlichen fremden Sprachen.

Im Jahre 1849 bezog er die Universität Genua als Student der Mathematik und Naturwissenschaften; er musste aber nach ganz kurzer Zeit die Studien daselbst aufgeben, um möglichst bald eine selbständige Stellung einzunehmen. Er trat deshalb in den Beamtendienst als Angestellter am Finanzministerium und blieb in dieser Stellung bis zum Jahre 1867.

Er selber erzählt, dass jene Jahre die traurigsten seines ganzen Lebens gewesen seien. Die monotone und geisttötende Beschäftigung in einem Zollbureau konnte in der Tat für einen für Naturstudium begeisterten Jüngling gar wenig befriedigend sein: er musste die Nächte zum Studium seiner Lieblingswissenschaft, die kurzen Mussestunden des Tages zu Exkursionen benutzen, verzweifelnd, dass er seine beste Lebenszeit (vom 19. bis zum 34. Jahre) auf diese Weise unnütz und fern von wissenschaftlicher Tätigkeit zu verbringen gezwungen war. Er sammelte freilich in der Zwischenzeit, so gut er konnte, Beobachtungen auf dem Gebiete, das ihn so mächtig anzog; und im Jahre 1865 erschien sein erster kurzer Aufsatz über den Befruchtungsapparat der Asclepiadeen. Die Schärfe der Beobachtung und Genialität der Deutung, welche sich in der Erstlingsarbeit kund gab, erregte die Aufmerksamkeit der Fachgenossen; und im Jahre 1867 bot Prof. PARLATORE, der bekannte Direktor des Botanischen Gartens und Museums in Florenz, dem jungen DELPINO die Assistentenstelle an dem dortigen Institute an. DELPINO gab mit raschem Entschluss seine Beamtenkarriere auf und nahm voller Freude und Begeisterung die ihm angebotene Stellung an: kam er doch dadurch in das wahre Zentrum der botanischen Studien in Italien, wo er, von ungewöhnlichem Reichtum an wertvollen Materialien und Literatur umgeben, die anregende Gesellschaft PARLATORE's und seiner Schüler geniessen konnte.

Mit fieberhaftem Eifer, um das Versäumte der vergangenen Jahre nachzuholen, warf sich DELPINO jetzt auf die Ordnung und Ausarbeitung seiner Beobachtungen und Ideen; und in rascher Folge erschienen die Arbeiten über Blütenbiologie, welche seinen Namen bald in der ganzen gelehrten Welt bekannt machten: die Aufsätze „Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante antocarpee“ (Florenz 1867), die „Pensieri sulle Biologia Vegetale“, „Osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno Vegetale“, und eine eingehende kritische Besprechung der gerade damals erschienenen Arbeit FR. HILDEBRAND's „Über die Geschlechtsverteilung bei den Pflanzen“ usw. —

Diese bedeutenden Werke brachten den jungen Verfasser sogleich in rege Korrespondenz mit den bedeutendsten Naturforschern seiner Zeit — unter anderen mit CHARLES DARWIN, welcher bis zu seinem Lebensende in freundlichem Verkehr mit DELPINO blieb und dessen Studien und Bestrebungen sehr hoch schätzte.

Im Jahre 1871 nahm DELPINO einen Ruf als Lehrer der Naturwissenschaften an der Höheren Forstschule in Vallombrosa an; und auch der Aufenthalt in jener herrlichen Gegend, inmitten ausgedehnter Fichtenwaldungen auf dem toskanischen Appennin, war für ihn ausserordentlich wertvoll, um seine blütenbiologischen Beobachtungen immer weiter auszudehnen.

Im Jahre 1873 beabsichtigte er eine grössere Forschungsreise zu unternehmen, um die Flora der Tropen aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Er schiffte sich auf der Fregatte „Garibaldi“ ein, welche eine Reise um die Erde zu machen bestimmt war: doch sah er sich leider durch Krankheit gezwungen, schon in Rio de Janeiro das Schiff zn verlassen und nach kurzem Aufenthalt in Rio wieder direkt nach Italien zurückzukehren. Er hatte jedoch auch in der kurzen Zeit seines Verweilens in Rio Gelegenheit, viele interessante Beobachtungen in der dort so üppig entwickelten Pflanzenwelt zu machen, und erinnerte sich später noch gerne daran — freilich mit lebhaftem Bedauern, dass es ihm nicht erlaubt gewesen sei, mehr von seiner damaligen Reise zu profitieren.

Zahlreiche Originalaufsätze aus jener Zeit und die nicht minder interessanten kritischen Besprechungen, welche DELPINO über die wichtigere botanische Literatur in dem jährlich erscheinenden „Annuario Scientifico ed Industriale“ in Mailand herausgab, machten seinen Namen in immer weiteren Kreisen bekannt; und im Jahre 1875 wurde er unter zahlreichen Mitbewerbern gewählt, den Lehrstuhl der Botanik an der Universität Genua, welcher durch die Versetzung des Prof. Dr. DE NOTARIS nach Rom frei geworden war, zu besetzen. Er blieb in Genua, als Professor und Direktor des Botanischen Gartens, bis zum Jahre 1884, in welchem er um seine Versetzung an die Universität Bologna einkam. Das ungünstige Klima Bolognas jedoch sagte seinem zarten Organismus nicht zu; und im Jahre 1894 siedelte er an den Botanischen Garten in Neapel über, wo er bis zu seinen letzten Tagen in unermüdlicher Tätigkeit seine Studien fortsetzte und als akademischer Lehrer wirkte, und wo noch vor kurzem, am 17. Dezember 1903, sein siebzigjähriger Geburtstag von seiten der Universität und mit Beteiligung der Botaniker aller Länder feierlich begangen wurde.

Die unten gegebene Aufzählung der Schriften, welche F. DELPINO in den vierzig Jahren von 1865 bis 1905 veröffentlicht hat, umfasst 117 Arbeiten, welche, kann man wohl sagen, alle ohne Ausnahme den Stempel seines Genies tragen.

Er ist, wie allgemein anerkannt wird, als Begründer der Pflanzenbiologie anzusehen, die er schon von seinen ersten Arbeiten an als selbständige Wissenschaft von der Morphologie, Physiologie und Systematik der Pflanzen getrennt wissen wollte. Er drang darauf schon 1867, in seinen „Pensieri sulla Biologia Vegetale“, und definierte in späteren Arbeiten, besonders in den „Fondamenti di Biologia Vegetale“ genau den Umfang und die einzelnen Zweige der neuen Wissenschaft.

Besonders auf dem Gebiete der Blütenbiologie sind seine Schriften geradezu bahnbrechend gewesen und bilden, zugleich mit denen von CH. DARWIN, HILDEBRAND, der Gebrüder HERMANN und FRITZ MÜLLER und FR. LUDWIG, die Basis aller Arbeit auf diesem Gebiete der Naturforschung. Die von ihm eingeführte, durch meist sehr glücklich gewählte Ausdrücke präzisierte Einteilung der Gewächse in biologische Gruppen nach der Art ihrer Bestäubung und die von ihm erfundenen Kunstausdrücke für die einzelnen Erscheinungen sind allgemein anerkannt und gebraucht, und seine minutiösen und gewissenhaften Beobachtungen können in der Tat als Modell in ihrer Art dienen.

Aber seine Bedeutung für die Biologie der Pflanzen beschränkt sich keineswegs auf das Gebiet der Bestäubung der Blumen. In vielen anderen Zweigen derselben Wissenschaft noch hat sich DELPINO als Pfadfinder gezeigt und die erste Anregung gegeben. So hat er zum ersten Male klar die Beziehungen aufgefasst, welche zwischen vielen Pflanzen und den Ameisen existieren; und indem er nachwies, dass die Produktion von „extranuptialen Nektarien“ eine ungemein weit im Pflanzenreich verbreitete Erscheinung sei, gab er zu gleicher Zeit die glückliche und jetzt allgemein anerkannte Erklärung über die Bedeutung und den Zweck dieser so vielfach missgedeuteten Organe als Mittel zur Anlockung von schützenden Insekten. Seine klassischen Studien über die Ameisenpflanzen („Studi sulla funzione mirmecofila nel Regno Vegetale“) bilden die Grundlage für alle die neueren Arbeiten über myrmekophile und Ameisen beherbergende Pflanzen.

Der Biologie gehören fernerhin an seine Arbeiten über die karnivoren Schlauchpflanzen, sowie die über Heterokarpie und Heteromerokarpie, über Viviparismus, über die Verbreitung der Samen und Früchte, über Symbiose zwischen Algen und höheren Pflanzen, und andere mehr: und in jedem dieser Argumente wusste er, ausser der Bereicherung unserer Kenntnisse mit neuen Beobachtungen, wieder neue Gesichtspunkte und Auslegungen zu finden, welche mit einem Schlage den Gesichtskreis der Wissenschaft erweiterten und zu neuen Studien auf dem von ihm gewiesenen Wege anregten.

Aber auch auf anderen Gebieten der Botanik hat DELPINO sich grosse Verdienste erworben: besonders in der Morphologie der Pflanzen. Unter seinen diesbezüglichen Arbeiten ist die hervorragendste das 1884 erschienene grosse Werk „La Teoria generale sulla Fillotassi“, in welcher die so komplizierte Frage der Anordnung der Blätter von neuen Gesichtspunkten aus behandelt ist. DELPINO setzt darin auseinander, dass die Achse der Kormophyten nur ein Phyllo-Sympodium durch Verwachsung der Blattbasen (Phyllopodien) entstanden ist; und wie alle die verschiedenen, auch die kompliziertesten Blattstellungsformeln sich aus der ursprünglich einfachen, quincuncialen Zusammenstellung der Blattprimordien herleiten lassen. Viele wertvolle Betrachtungen über die Blattspaltungen, bezüglich der Übergänge einer Blattstellung in die andere, sowie andere morphologische Bemerkungen sind in diesem inhaltsreichen Werke eingeschlossen, welchem lange nicht die Aufmerksamkeit geschenkt worden ist, die es verdient. — Eine andere nicht minder interessante, aber vielleicht weniger glückliche Theorie DELPINO's ist in den morphologischen Schriften über die „Pseudanthie“ ausgesprochen.

Von der eigentümlichen, blütenähnlichen Struktur des *Euphorbia*-Cyathium ausgehend, glaubte DELPINO in den Blüten zahlreicher, den Euphorbiaceen mehr oder weniger nahe verwandter Familien einen analogen Aufbau der Blüten annehmen zu müssen und beweisen zu können. Er ging soweit, die Angiospermen darnach in zwei grosse Gruppen, „Euanthae“ und „Pseudanthae“, mit „monozentrischen (einfachen) und „polyzentrischen“ (aus der Kontraktion und Metamorphose von Infloreszenzen entstandenen) Blüten einzuteilen. Diese Anschauungsweise hat keinen Anklang gefunden: aber es ist interessant und lehrreich zu sehen, mit welcher Schärfe der Argumentation DELPINO gewisse Eigenheiten in der Struktur seiner „pseudanthen“ Familien zugunsten seiner Theorie zu deuten verstand; und aus seinen darauf bezüglichen Schriften ist manche Anregung zu schöpfen.

Sehr anregend sind auch seine „Pensieri sulla metamorfosi ed idiomorfosi presso le piante vascolari“, seine Studien über die Entstehung der gefüllten Blüten, über die Ursache des Zygomorphismus der Blumen und über den morphologischen Wert der ovulatragenden Schuppe der Koniferen. Die neueren Morphologen neigen jetzt meist seiner genialen Lösung dieser so viel umstrittenen Frage zu.

Die biologischen und morphologischen Untersuchungen aber führten DELPINO noch auf andere Gebiete der Pflanzenforschung. Nachdem festgestellt, dass der Wechsel in der Umgebung (Standort, allgemeine äussere Verhältnisse, Beziehungen zu anderen Lebewesen) den grössten Einfluss auf die Ausbildung neuer Organe (Idiomorphose) oder die Umbildung von ursprünglich zu anderen Fnnktionen bestimmten Organen (Metamorphose) im Pflanzenreich hat, war es natürlich, dass gerade DELPINO die biologischen Faktoren in erste Linie bezüglich der Differentiation der verschiedenen Pflanzenformen und deren Verbreitung auf der Erdoberfläche stellen musste. Seine in sechs Abschnitten erschienenen „Applicazioni di nuovi criterii sulla classificazione delle piante“, welche von der Anwendung der biologischen Betrachtungsweise auf die Systematik handeln. sind wieder ein Beweis von seiner genialen Auffassung aller Probleme und seiner zu seltener Vollkommenheit ausgebildeten Intuition: die darin gegebenen Winke sind in den neuesten Reformen des Pflanzensystems schon von mehr als einem Forscher mit Glück und Geschick henutzt worden. Von gleichem Werte sind die von DELPINO verfassten Aufsätze über Pflanzengeographie und Ökologie, besonders die „Appunti di Geografia Botanica“, das „Studio comparativo sulla Flora Arctica ed Antarctica“ und die „Studi di Geografia botanica secondo un nuovo indirizzo“, welche die hervorragende Bedeutung der biologischen Faktoren für die jetzige Verbreitung der Pflanzen ins gebührende Licht stellen.

Die Neigung zu philosophischen Studien, welche DELPINO aus seinem Unterricht im Seminar mit sich brachte, und die fast überall schon in seinen botanischen Schriften kenntlich ist, trieb ihn später auch zu Betrachtungen über allgemeinere Fragen und Prinzipien des menschlichen Wissens; und in mehreren Schriften („Il Materialismo nella Scienza“, 1880; „Le Spiritualisme dans la Science“, 1883; und besonders in der zur Eröffnung des Universitätsjahres 1888 in Bologna gehaltenen Rede „Sul passato, presente ed avvenire della Psicologia“) betonte er, im lebhaften Gegensatz zu dem in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts vorherrschenden Materialismus, seine ausgesprochen dualistischen Anschauungen.

Es mag hier noch, als Ergänzung zu dem Charakterbilde DELPINO's, zugefügt werden, dass er viel Sinn und Verständnis für Musik hatte, welche er auch selber mit vieler Liebe kultivierte. Sie hat ihm oft in schweren Zeiten und in den schlaflosen Nächten, die er häufig wegen Atembeschwerden ausserhalb des Bettes zubringen musste, Trost und Genuss gebracht.

Er hatte, aus seiner Heirat mit einer Kousine aus Chiavari, mehrere Kinder, und lebte nur ganz für seine Familie und die Wissenschaft. Auf äusseren Schein und Ehrenbezeugungen gab er herzlich wenig, wie denn sein ganzes Auftreten und seine Lebensweise äusserst einfach und bescheiden waren.

Von hoher Begeisterung für die Wissenschaft und die Wahrheit erfüllt, wusste er mit Energie seine Überzeugungen zu vertreten und lebhaft zu verteidigen, wo es etwa nötig war.

Sein Andenken wird in den weitesten Kreisen in Ehren gehalten werden.

Verzeichnis der Schriften F. Delpino's.

(Von Prof. A. TERRACCIANO zusammengestellt.)

1. Relazione sull' apparecchio della fecondazione nelle Asclepiadee. Torino 1865
2. Sugli apparecchi della fecondazione nelle piante antocarpee. Firenze, Tip. CELLINI, 1867.
3. Pensieri sulla Biologia Vegetale, sulla Tassonomia, sul valore tassonomico dei caratteri biologici, e proposta di un genere nuovo della famiglia delle Labiate. Nuovo Cimento, Vol. XXV. Pisa, Tip. PIERACCINI, 1867.
4. Sull' opera „La distribuzione dei sessi nelle piante e la legge che osta alla perennità della fecondazione consanguinea“ del prof. HILDEBRAND. Con note critiche. Atti della Soc. Ital. delle Scienze Naturali in Milano, Vol. X. Milano 1866.
5. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno Vegetale. I. — Atti della Soc. Ital. delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XI, p. 265—332. Milano 1868.
6. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno Vegetale. II. — Atti della Soc. Ital. delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XII, p. 21—141. Milano 1869.

7. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno Vegetale. III. — Atti della Soc. Ital. delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XII, p. 179—233. Milano 1869.
8. Ueber die Wechselbeziehung in der Verbreitung von Pflanzen und Thieren. Botanische Zeitung, S. 792—809, 1869.
9. Rivista monografica della famiglia delle Marcgraviaceae, precipuamente sotto l'aspetto della biologia ossia delle relazioni di vita esteriore. Nuovo Giornale Botanico Italiano, fasc. IV, Ottobre 1869.
10. Breve cenno sulle relazioni biologiche e genealogiche delle Marantacee. Nuovo Giornale Botanico Italiano, 1869, p. 293.
11. Alcuni appunti di geografia botanica, a proposito delle Tabelle fitogeografiche del prof. E. HOFFMANN. Bollettino della Società Geografica Italiana, fasc. III, Firenze 1869, p. 273.
12. Sull'influenza del soggetto sul ramo d'innesto, e sulla diretta influenza extra-ovulare del polline. Traduzione dal tedesco con annotazioni. Industriale Romagnolo, Febbraio 1869.
13. Una recente parole di CARLO DARWIN sulla pangenesi. Lettera al prof. DE GUBERNATIS. Rivista Contemporanea Italiana. Torino 1869.
14. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno Vegetale. IV. — Atti della Soc. Ital. delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XIII, p. 167—205. Milano 1870.
15. Applicazione della teoria Darwiniana ai fiori ed agli insetti visitatori dei fiori. Versione dal tedesco con annotazioni del discorso pronunciato dal dott. ERM. MÜLLER di Lippstadt alla 26. Assembl. generale del Naturhistorischer Verein für Rheinlande und Westfalen. Bollettino della Società Entomologica Italiana, Anno II, p. 140—228, Firenze 1870.
16. Altri apparecchi dicogamici recentemente osservati. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol II, 1870, p. 51—64.
17. Einteilung der Pflanzen nach dem Mechanismus der dichogamischen Befruchtung und Bemerkungen über die Befruchtungsvorgänge bei Wasserpflanzen. Bot. Zeitung, XIX, 1871, S. 443—463.
18. Sulla Dicogamia vegetale e specialmente su quella dei cereali. Bollettino del Comizio Agrario Parmense, Anno IV, Parma 1871.
19. Über die Dichogamie im Pflanzenreiche. Glogau 1871.
20. Sulle piante a bicchieri. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. III, 1871, p. 174—176.
21. Sui fenomeni generali relativi alle piante idrofile ed anemofile. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. III, 1871, p. 194. 195.
22. Studi sopra un lignaggio anemofilo delle Composte ossia sopra il gruppo delle Artemisiacee. Firenze, Tip. CELLINI e C. 1871.
23. Études sur une descendance anémophile des Composées du groupe Artémisiacées. Archives d. Sc. Phys. Nat., Vol. XLIII, 1872, p. 195—197.
24. Rassegna botanica. Nuove divisioni della botanica. Secrezione della cera. Glandole di *Tecoma radicans*. Foglie del Pino del Giappone. Significazione del frutto di fico. Significazione delle spine di Cactacee. Galleggianti di *Desmanthus natans*. Piante insettivore e carnivore. Piante idrofile, anemofile e zoidiofile. Dicogamia nelle piante alpine. Piante trimorfe. Dicogamia nei cereali. Cleistogamia di *Juncus bufonius*. Apparecchi di disseminazione. Biologia delle Crittogame. Sessualità nelle Alghe. Irritabilità degli stami di *Mahonia*. Ufficio della potassa nelle piante. Vita dei Licheni, degli Ascoboli, delle Pezize, dei Batterii, ecc., Annuario scientifico ed industriale, Anno VIII, Milano, TREVES, 1872.

25. Sulla impollinazione dei nuclei ovulari presso le Conifere. Atti della Società Italiana delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XV, p. 424—426. Milano, 1872.

26. Fécondation dans les Conifères. Archives d. Sc. Phys. Nat., Tom. XLIII, 1872, p. 194—195.

27. Sui rapporti delle Formiche colle Tettigometre e sulla genealogia degli Afidi e dei Coccidi. Atti della Società Italiana delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XV, p. 472—479. Milano 1872.

28. Sui rapporti delle Formiche colle Tettigometre e sulla genealogia degli afidi e dei Coccidi. Bollettino entomologico, Anno IV, 1872.

29. Ulteriori osservazioni e considerazioni sulla dicogamia nel Regno vegetale, Parte seconda, fascicolo secondo. Atti della Società Italiana delle Scienze Naturali in Milano, Vol. XVI, p. 151—349. Milano 1873.

30. Rassegna botanica. Moltiplicazione della clorofilla. Cellule e vasi latticiferi. Struttura dei nettarii. Struttura dei fiori delle Composte. Singolarità del genere *Cuphea.* Morfologia delle Cannacee e Marantacee. Significazione del ciazio di Euphorbia. Aborti di organi florali. Galleggianti di *Aeschinomene.* Eterofillia di ambiente. Pianta muscipula. Impollinazione delle Gimnosperme. Disseminazione. Moti eliotropici e geotropici. Attività vitali del protoplasma. Funzione dell'asparagina. Epifitismo, Consorzio, Commensalismo, Parasitismo. Vita dei funghi, ecc. Annuario scientifico ed industriale, Anno X. Milano, TREVES 1874.

31. Altre osservazioni sui rapporti tra Cicadelle e Formiche. Bolletino entomologico. Anno VI, 1874.

32. Rapporti tra insetti e nettarii estranuziali in alcune piante. Bollettino della Società Entomologica in Firenze, Anno IV, 1874.

33. Dimorfismo del noce e pleiontismo nelle piante. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. VII, p. 148, 1875.

34. Rassegna botanica. Cellule artificiali di TRAUBE. Indirizzo teleologico dell'istologia. Succiatoi di *Cuscuta.* Teoria dell'embrione monocotiledone. Caulomi e fillomi. Epimorfosi e metamorfosi. Natura delle placente e degli ovuli. Morfologia dei pissidii. Piante carnivore. Consorzio e rapporti tra piante, formiche e vespe. Apparecchi dicogamici. Dimorfismo del noce. Sensibilità e moti delle piante. Sonno delle foglie. Irritabilità degli stami. Funzione dell'asparagina. Amido e sue metamorfosi. Variabilità delle specie. Ocnacee, ecc. Annuario scientifico ed industriale. Anno XII, Milano, TREVES 1876.

35. Dicogamia ed Omogamia nelle piante. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. VIII, 1876, p. 140.

36. Consorzio fra Nostoc ed altre piante. Atti del Congresso Internazionale Botanico di Firenze, 1876, p. 74.

37. Rassegna botanica. I tre tessuti costituenti. Sviluppo dei fasci fibrovascolari. Organogenia dei fiori di Cucurbitacee, Rafflesiacee ed Aristolochiacee. Costituzione degli stami. Foglie di Empetracee. Eteromorfismo di *Rhipsalis* e di *Eucalyptus.* Piante carnivore. Relazioni fra piante e formiche. Nettarii estranuziali. Una Crocifera anemofila. Semi che si sotterrano da sè. Influenza del terreno sulla vegetazione. Dicogamia ed omogamia nelle piante. Adattazione degli organismi al mezzo ambiente. Vita dei batterii. Questione dei licheni, ecc. Annuario scientifico ed industriale. Anno XIII, Milano, TREVES 1877.

38. Rassegna botanica. Morfologia delle Gimnosperme. Morfologia dell'ovulo nelle Angiosperme. Cirri di Cucurbitacee. Profilassi negli embrioni. Bio-

logia di *Collomia*. Foglie di Lathraea. Fecondazione nelle Genziane. Geotropismo di Orchidee. Stimmi di *Mimulus*. Natura della clorofilla. Digestione dell'albume. Eteromorfismo florale nelle Angiosperme. Distribuzione dei sessi nelle piante alpine e polari. Flore isolane ecc. Annuario scientifico ed industriale, Anno XIV. Milano, TREVES 1878.

39. Difesa della dottrina dicogamica. Nuovo Giornale Botanico Italiano, Vol. X, 1878, p. 177.
40. Rassegna botanica. Incremento apicale. Morfologia degli embrioni. Succiatoi di Cuscuta. Ligula di Graminacee. Organi insetticidi presso piante carnivore. Coppe idrofore di Dipsacus. Nettario estrafiorale di Batatas. La soda nelle piante. Funzione delle foglie e degli stomi. Acarocecidii. Sessualità nelle Alghe. Vita delle Nostocacee e dei Licheni. Classificazione delle Amarillidee, Poligalee. Smilacee, Restiacee, Sapotacee Distribuzione geografica delle Smilacee, delle Palme e delle Graminacee ecc. Annuario scientifico ed industriale, Anno XV. Milano, TREVES 1879.
41. Rassegna botanica. Moltiplicazione dei nuclei e delle cellule. Istologia dei nettarii. Gimnospermia. Morfologia dell'ovulo. Diagrammi florali. Piante carnivore. Rapporti tra fiori e pronubi. Omogamia nelle Fanerogame. Apparecchi dicogamici delle Aracee. Colori florali. Fiori versicolori. Movimenti delle Diatomacee. Clorofilla in animali. Significazione dell'asparagina. Dicogamia. Rapporti tra *Azolla* ed *Anabaena*. Origini antiche della vita. Tesi fitogeografiche ecc. Annuario scientifico ed industriale. Anno XVI. Milano, TREVES 1880.
42. Il Materialismo nella Scienza. Discorso pronunciato nella grande aula della R. Università di Genova per la solenne inaugurazione dell' anno accademico 1880–1881. Genova, ip. MARTINI, 1880.
43. Causa meccanica della fillotassi quinconciale, Nota preliminare. Genova 1880.
44. Contribuzione alla storia dello sviluppo del Regno Vegetale. I. Smilacee. Atti della R Università di Genova, Vol IV, part. I. Genova 1880.
45. Rassegna botanica Sospensori embrionici nelle Orchidee e Viciee. Corpo squamoso del cono delle Abietinee. Fillotassi. Infiorescenze di Ataccia. Adattamento delle foglie al mezzo ambiente. Nettarii estranuziali. Dicogamia ed omogamia nella vite. Impollinazione del cotone. Specie cleistogame e specie adinamandre. Piante anemofile ed entomofile nelle isole. Movimenti nelle piante superiori. Vegetazione artica. Fillotassi uniseriale. Latice e vasi laticiferi. Origine della flora alpina, ecc. Annuario scientifico ed industriale. Anno XVII, Milano, TREVES 1881.
46. Fondamenti die Biologia Vegetale. I. Prolegomeni. Rivista di Filosofia Scientifica, Anno I, Vol. 1, fasc. I. Milano-Torino 1881.
47. Rassegna botanica. Studii sulle Cicadee. Anatomia delle piante scandenti. Organi omologhi ed analoghi. Infiorescenze scorpioidi. Morfologia dell' ovulo. Fondamenti biologici. Nettarii estranuziali. Biologia dei fiori alpini. Rapporti tra fiori e pronubi. Apparecchi di disseminazione. Respirazione delle piante Operazioni degli stomi. Classificazione delle Tallofite. Sezioni del genere Pinus. Rapporti genealogici e geografici del genere Rubus. Flora della Groenlandia ecc. Annuario scientifico ed industriale Anno XVIII. Milano, TREVES 1882.
48. Le spiritualisme dans la Science. Revue internationale, I. annèe, tom. II, 1. livraison. Rome 1882.
49. Teoria generale della fillotassi. Atti della R. Università di Genova. Vol. IV, part. II. Genova 1883.

50. Funzione mirmecofila nel Regno Vegetale. Prodromo di una monografia delle piante formicarie. Parte Prima. Rassegna delle piante fornite di nettarii estranuziali dalle Ranuncolacee alle Oleacee. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. IV, Tom. VII. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI 1886.

51. Fiori doppii (Flores pleni). Memorie della Reale Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna, Ser. VI, Tom. VIII. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI 1887.

52. Zigomorfia florale e sue cause. Malpighia Anno I, fasc. VI. Messina, Tip. CAPRA e Co. 1887.

53. Il nettario florale del Symphoricarpus racemosus. Malpighia, Anno I. fasc. X-XI. Messina, Tip. CAPRA e Co. 1887.

54. Sul nettario florale del *Galanthus nivalis*, L. Malpighia, Anno I, fasc. VIII Messina, Tip. CAPRA e Co. 1887.

55. Equazione chimica e fisiologica del processo della formazione alcoolica. Nuovo Giornale Botanico Italiano. Vol. XIX, 1887, p. 260.

56. Il passato, il presente e l'avvenire della Psicologia. Discorso per l'inaugurazione degli studii nella R. Università di Bologna. Bologna 1888.

57. Funzione mirmecofila nel Regno Vegetale. Prodromo di una monografia delle piante formicarie. Parte Seconda. Rassegna delle piante fornite di nettarii estranuziali (dalle Bignoniacee ai Funghi). Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. IV, Tom. IX. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI 1888.

58. Osservazioni sopra i batteriocecidii e la sorgente d'azoto in una pianta di Galega officinalis. Malpighia, Anno II, p. 385—394. 1888.

59. Applicazione di nuovi criteri per la classificazione delle piante. Prima Memoria. I. Divisioni primarie del regno Vegetale. II. Origine delle Monocotiledoni. III. Classificazione dei Tallofiti. IV. Posizione dei Briofiti e dei Pteridofiti V. Classificazione dei Briofiti VI. Classificazione dei Pteridofiti. VII. Pteridofiti dei tempi paleozoici. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. IV, Tom. IX. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1888.

60. Apparato per illustrare la teoria meccanica della fillotassi. Malpighia, Anno II, fasc. II. 1888.

61. Applicazione di nuovi criterii per la classificazione delle piante. Seconda Memoria. VIII. Classificazione delle Gimnosperme. IX. Divisione delle Gimnosperme in quattro famiglie. X. Natura morfologica delle squame ovulifere delle Abietinee e di altre Conifere. XI. Teoria generale del carpidio. XII. Fondazione della famiglia delle Salisburiee. XIII. Singolarità del genere Sciadopitys. XIV. Circoscrizione e discendenza delle Podocarpee. XVI. Ordinazione delle Tassinee e loro discendenza. XVII. Ordinazione della Cupressinee. XVIII. Ordinazione delle Abietinee. XIX. Importanza delle Cicadee. XX. Ordinazione e discendenza delle Gnetacee. XXI. Schemi classificatorii della Gimnosperme. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. IV. Tom. X. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1889.

62. Note ed osservazioni botaniche. Decuria prima. I. Anemofilia e scatto delle antere presso il *Ricinus communis*. II. Ascidii temporarii di *Sterculia platanifolia* et di altre piante. III. Nettarii estranuziali nelle Eliantee. IV. Nuova pianta a nettarii estranuziali. V. Variazione nelle squame involucrali di *Centaurea montana*. VI. Anemofilia dei fiori di *Phyllis Nobla*. VII. Galle quercine mirmecofile. VIII. Acacie africane a spine mirme-

codiate. IX. Sull' affinità delle Cordaitee. X. Singolare fenomeno d' irritabilità nelle specie di Lactuca. Malpighia, Anno III, Vol. III, Genova, Tip. Ciminago, Dicembre 1889.

63. Valore morfologico della squama ovulifera delle Abietinee e di altre Conifere. Malpighia, Anno III, Vol. III. Genova, Tip. Ciminago, Giugno 1889.

64. Funzione mirmecofila nel Regno Vegetale. Prodromo di una monografia delle piante formicarie. Parte terza ed ultima. Rassegna delle piante che apprestano nidi e domicilii alle formiche. Considerazioni generali e conclusioni. Con un quadro delle regioni fitogeografiche. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. IV, Tom. X. Bologna, Tip. Gamberini e Parmeggiani, 1889.

65. Sulla impollinazione dell' *Arum Dracunculus* L. Malpighia, Anno III, Vol. III. Genova, Tip. Ciminago, Febbraio 1890.

66. Ancora sulla impollinazione del *Dracunculus*. Malpighia, Anno IV, p. 134—135. Genova 1890.

67. Note ed osservazioni botaniche. Decuria seconda. I. Biologia delle Gimnosperme. II. Pensieri ed osservazioni sulla disseminazione. III. Funzione degli ascidii di *Dischidia*. IV. Una delle funzioni della glaucedine. V. Significazione biologica dei nettarostegi florali. VI. Funzione della corolla di *Bassia latifolia*. VII. Anemofilia di *Bocconia fructescens*, *Dodonaea viscosa*, *Erica scoparia*, *Mercurialis perennis*. VIII. Apparecchio florale staurogamico della *Barnadesia rosea*. IX. Staurogamia presso il *Sauromatum guttatum*. X. Simbiosi fra Epatiche fogliose e Rotiferi. Malpighia, Anno IV, fasc. I—III. Genova, Tip. Ciminago, 1890.

68. Fiori monocentrici e policentrici. Malpighia, Anno III, Vol. III. Genova, Tip. Ciminago, 1889.

69. Contribuzione alla teoria della Pseudanzia. Malpighia, Anno IV. Genova, Tip. Ciminago, Ottobre 1890.

70. Applicazione di nuovi criterii per la classificazione delle piante. Terza Memoria. XXII. Classificazione delle Angiosperme. XXIII. Quali sieno gli ascendenti delle Angiosperme. XXIV. Quali delle odierne forme angiospermiche sieno da ritenersi prototipiche. XXV. Invenzione di un nuovo criterio tassonomico: Angiosperme euante e pseudante. XXVI. Teoria della Pseudanzia. XXVII. Pseudanzia nelle Malvacee e Rosacee. XXVIII. Pseudanzia nelle famiglie discendenti dalle Malvacee. XXIX. Pseudanzia in alcuni generi di Rosacee e nelle famiglie affini. XXX. Probabile pseudanzia in altre famiglie XXXI. Angiosperme euante. XXXII. Angiosperme di dubbia o d' incerta sede. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. IV, Tom. X. Bologna, Tip. Gamberini e Parmeggiani, 1890.

71. Applicazione di nuovi criterii per la classificazione delle piante. Quarta Memoria. XXXIII. Canoni della dottrina filogenetica applicabili alla classificazione delle piante. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. I. Bologna, Tip. Gamberini e Parmeggiani, 1890.

72. Pseudanzia di *Camellia* e di *Geum* (in collaborazione coll. Dott. Ugo Bernaroli). Malpighia, Anno V, fasc III. Genova, Tip. Ciminago, 1891.

73. Pensieri sulla metamorfosi e sulla idiomorfosi presso le piante vascolari. Memorie della R. Accademia della Scienze dell' Istituto di Bologna, Ser. V, Tom. III, Tip. Gamberini e Parmeggiani, 1892.

74. Esposizione di una nuova teoria della Fillotassi. Atti del Congresso Internazionale Botanico 1892. Genova, Tip. Sordo-muti.

75. Esposizione della teoria della Pseudanzia. Atti del Congresso Botanico Internazionale 1892. Genova, Tip. SORDO-MUTI.
76. Disordini Universitarii. Cause e rimedii. Bologna 1892.
77. Applicazione di nuovi criterii per la classificazione delle piante Quinta Memoria. XXXIV. Proposte di correzioni e di emendazioni ai quadri tassonomici delle Angiosperme. A. Rinantacee. B. Passifloracee e Cucurbitacee. C. Aristolochiacee. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. III Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1893.
78. Eterocarpia et Eteromericarpia nelle Angiosperme. Con un capitolo sul mimismo nei frutti e nei semi. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. IV. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1894.
79. Sulla viviparità nelle piante superiori e nel genere *Remusatia* Schott. Memorie della R. Academia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. V. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1895.
80. Studi fillotassici. I. Casimiro de Candolle e la teoria fillopodiale. II. Sdoppiamento dei fillopodii. III. Polimeria nelle fillotassi verticillari. IV. Moltiplicazione e contrazione d'organi fogliari. Malpighia. Anno IX. Genova, Tip. CIMINAGO, 1895.
81. Socialismo e Storia Naturale, Discorso per la inaugurazione degli studi presso la R. Università di Napoli nell' anno accademico 1894—95. Napoli, Tip. della R. Università, 1895.
82. Applicazione di nuovi criterii per la Classificazione delle piante. Sesta memoria. II. Monocotiledoni. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. VI. Bologna, Tip. GAMBERINI et PARMEGGIANI, 1896.
83. Dicroismo nell' *Euphorbia Peplis* e in altre piante. Rendiconti dell' Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Fasc. 6. Napoli 1897, Giugno.
84. Dimorfismo del *Ranunculus Ficaria* L. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. VI. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1897.
85. Per la critica. Rivista contemporanea, fasc. 6. Napoli 1897.
86. GAETANO LICOPOLI. Parole commemorative. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Napoli 1898.
87. Studi di Geografia botanica secondo un nuovo indirizzo. I. Preliminari. II. Divisione della terra in territorii fitogeografici. Centri di formazione delle specie. Centri di sviluppo. III. Centri di formazione e di sviluppo dei generi, delle tribù e delle famiglie. IV. Stazioni. V. Regioni. VI. Enumerazione e classificazione delle diverse regioni. VII. Endemismi. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. VII. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1898.
88. Nuove specie mirmecofile fornite di nettarii estranuziali. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Fasc. 6.° e 7.° Giugno-Luglio 1898.
89. Commemorazione del Prof. TEODORO CARUEL. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. 1898.
90. Rapporti tra la evoluzione e la distribuzione geografica delle Ranuncolacee. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V. Tom. VIII. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1899.
91. Questioni di Biologia vegetale. I. Definizione e limiti della Biologia. Rivista di Scienze Biologiche, diretta da E. MORSELLI. Fasc. I. Gennaio 1899.

92. Note di Biologia Vegetale. II. Apparecchio sotterratore dei semi. Rivista di Scienze Biologiche. Fasc. VIII. IX. Agosto-Settembre 1899. Como, Tip. LONGATTI.

93. Relazione sulla opportunità d'impiantare giardini sperimentali di colture tropicali nell'Eritrea. Alla Illustre Società Reale delle Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali. Rendiconto della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Fasc. 2 e 3. Febbraio e Marzo 1899.

94. Definizione e limiti della Biologia vegetale. Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. I, p 5. Napoli Tip. TESSITORE, 1899.

95. Piante formicarie. Parte prima. Bullettino dell' Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. I, p. 36. Napoli, Tip. TESSITORE, 1899.

96. Sulla costituzione del *Ranunculus Ficaria* L. nei dintorni di Dresda. Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. I, p 24. Napoli, Tip. TESSITORE, 1899.

97. Comparazione biologica di due flore estreme, artica ed antartica. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna. Ser. V, Tom.VIII. Bologna, Tip GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1900.

98. Sulle piante a bicchieri. Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli, Tom. I, fasc. 2, p. 63 Napoli, Tip. TESSITORE 1900.

99. Piante formicarie (seguito). Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. 2, p. 67. Napoli, Tip. TESSITORE 1900.

100. Questioni di biologia vegetale. 3. Funzione nuziale e origine dei sessi. Rivista di Scienze biologiche. Vol. II. n. 4 e 5. Como, Tip LONGATTI 1900.

101. Circa la teoria delle spostazioni fillotassiche. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche in Napoli. 1900.

102. Sugli artropodi fillobii e sulle complicazioni dei loro rapporti biologici. Bullettino della Società Botanica Italiana 1901.

103. Per una rettificazione. Bullettino della Società Botanica Italiana. 1901.

104 Sopra un organo caratteristico di alcune Cucurbitacee e sulle relazioni delle piante coi Tripidi. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. V, Tom. IX. Bologna, Tip GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1901.

105. LEONARDO JOVINE. Il secolo ventesimo. Moniti e profezie di ZOROASTRO. Napoli. Tip. TOCCO e SALVIETTI, 1901.

106. Dei meriti di DOMENICO CIRILLO verso la botanica. Napoli, Tip. MORANO e figlio, 1901.

107. Sul genere *Donzellia*, Ten. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli. Fasc. 8—11, 1902. Agosto a Novembre.

108. Piante formicarie (seguito), Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. 3, p. 201. Napoli, Tip. TOCCO e SALVIETTI, 1902.

109. DOMENICO CIRILLO e le sue opere botaniche. Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. 3, p 292. Napoli, Tip. TOCCO e SALVIETTI, 1902.

110. Notizie fitobiologiche. I. Nettarii estranuziali in una specie di *Fraxinus*. II. Eteromericarpia di *Portulaca oleracea*. III. Eterocarpia di *Filago gallica*. Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. 4. Napoli, Tip. TOCCO e SALVIETTI, 1903

111. Cladomania di *Picris hieracioides*. Bullettino della Società botanica Italiana, p. 275, 1903.

112. Piante formicarie (seguito e fine). Bullettino dell'Orto Botanico di Napoli. Tom. I, fasc. 4, p. 349. Napoli. Tip. TOCCO e SALVIETTI, 1903.

113. Sul fenomeno della macrobiocarpia in alcune piante. Rendiconti della R. Accademia delle Scienze Fisiche e Matematiche di Napoli, fasc. 2. Febbraio 1903.

114. Aggiunte alla teoria della classificazione delle Monocotiledoni. Memorie della R. Accademia della Scienze dell'Istituto di Bologna Ser. V, Tom. X. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1903.
115. Il Radio. Il Giornale d'Italia. 1904, Roma.
116. Zoidiofilia nei fiori delle Angiosperme. Parte prima. Bullettino del R. Orto Botanico di Napoli. Tom. II, fasc. I, p. 3. Napoli, Tip. TESSITORE 1904.
117. Sulla funzione vessillare presso i fiori delle Angiosperme. Memorie della R. Accademia delle Scienze dell'Istituto di Bologna. Ser. VI, Tom. I. Bologna, Tip. GAMBERINI e PARMEGGIANI, 1904.

Leo Errera.

Mit Bildnis.

Von

E. DE WILDEMAN.

LEO ERRERA, ordentlicher Professor der Botanik an der Universität in Brüssel und ordentliches Mitglied der Königl. belgischen Akademie der Wissenschaften, ist am 1. August 1905 während eines Spazierganges durch den Garten seiner Sommerwohnung (Château de Vivier d'Oie bei Brüssel) plötzlich an Herzschlag gestorben. Die belgische Botanik und die gesamte Wissenschaft haben durch seinen Tod viel verloren.

Rühmlich bekannt in Belgien, war LEO ERRERA auch seit Jahren hoch geschätzt in Deutschland und England. Er war Mitglied der deutschen botanischen Gesellschaft und hat in deren Berichten mehrmals Resultate seiner Untersuchungen mitgeteilt. Geboren am 4. September 1858 in Laeken bei Brüssel, zeigte er seit seinen jüngeren Lebensjahren eine spezielle Neigung für das Studium der Naturwissenschaften.

Er genoss seine erste Bildung am Athenaeum von Brüssel, wo er unter Leitung von Professor LOUIS PIRÉ Naturwissenschaften studierte. Später hörte er die Vorlesungen der Fakultät der Wissenschaften an der Universität in Brüssel und studierte dort unter der Leitung des verstorbenen Professors J. E. BOMMER Botanik.

Unter dem damaligen Direktor des botanischen Gartens von Brüssel, dem wohlbekannten Rhodologen FRANÇOIS CRÉPIN, begann er das Studium der systematischen Botanik. Am 1. August 1879 erhielt ERRERA mit der grössten Auszeichnung sein Diplom als Doktor der Naturwissenschaften.

In den folgenden Jahren finden wir LEO ERRERA in Deutschland. Im Wintersemester 1879—1880—1881 war er in Strassburg i. E., wo er die Vorlesungen von DE BARY hörte und in dem botanischen Laboratorium arbeitete. In Strassburg besuchte er auch die Vorlesungen von HOPPE-SEYLER, und in dem Laboratorium dieses Chemikers hat er den Grund zu verschiedenen seiner Arbeiten gelegt.

Im Jahre 1882 finden wir LEO ERRERA in Würzburg, wo er im Sommersemester bei Prof. SACHS sich eingehend mit der Physiologie der Pflanzen beschäftigt.

Es sind sicher die Vorlesungen dieses Meisters der Wissenschaft, die den grössten Einfluss auf ERRERA's wissenschaftliches Leben ausgeübt haben, und er ist in den Vorlesungen von DE BARY und SACHS und in den Laboratorien von Strassburg und Würzburg zu vielen seiner späteren Arbeiten angeregt worden.

Von Strassburg und Würzburg kehrte ERRERA nach Brüssel zurück mit einer botanischen Arbeit, welche er bei der Universität in Brüssel als Dissertation für den Docteur agrégé einreichte.

Diese Arbeit, betitelt: L'Epiplasme des Ascomycètes et le Glycogène des végétaux" (Epiplasma der Schlauchpilze und das Glykogen der Pflanzen) ist 1882 veröffentlicht. Hier wurde zum ersten Male nachgewiesen, dass Glykogen, das bis dahin nur im Tierreich und bei den Myxomyceten gefunden worden war, sich auch in Pflanzen findet. Speziell für die Ascomyceten konnte ERRERA feststellen, dass dieses Kohlenhydrat für diese Pflanzen die Bedeutung eines Reservestoffes besitzt und dass es nicht in dem Chlorophyll, sondern in dem Protoplasma gebildet wird. ERRERA zeigte in dieser Studie zum ersten Male, dass man mikrochemisch das Glykogen auch in sehr kleiner Menge erkennen kann.

Diese mikrochemischen Reaktionen haben ERRERA angeregt, die mikrochemische Reaktion auch auf verschiedene andere Stoffe auszudehnen, und so ist er zu einer Reihe wichtiger Arbeiten gekommen, über welche wir später referieren wollen.

Diese erste Arbeit über Glykogen war der Ausgangspunkt vieler neuen Untersuchungen von ERRERA und seinen Schülern. Es genügt uns hier, den Namen des verstorbenen GEORGE CLAUTRIAU, des Schülers und Freundes von ERRERA, zu erwähnen, welcher über das Glykogen ein grosses Werk publiziert hat, das unter der Leitung von ERRERA und in seinem Laboratorium ausgeführt worden ist. In den nachgelassenen Papieren von Prof. LEO ERRERA haben sich noch verschiedene Notizen über Glykogen gefunden, und einige dieser waren vollständig geeignet für die Publikation; Prof. J. MASSART konnte unter dem Titel: „Glykogen und Paraglykogen bei den Pflanzen" diese Notizen veröffentlichen, und diesen Untersuchungen war eine Liste von verschiedenen Organismen beigefügt, in welchen Glykogen und Paraglykogen von ERRERA nachgewiesen werden konnten.

An diese Arbeiten schliesst sich, wie wir oben schon gesagt haben, die grosse Reihe mikrochemischer Arbeiten über die Lokalisation der Alkaloide bei den Pflanzen an.

Das erste Werk über die Frage, in Gemeinschaft mit G. CLAUTRIAU und Dr. MAISTRIAU publiziert, behandelte die Lokalisation der Alkaloide bei *Colchicum*, *Nicotiana*, *Narcissus*, *Canna*, *Veratrum*, *Solanum* und *Strychnos*. Diesen ersten Studien folgten viele andere Arbeiten, die wir hier nicht alle erwähnen können. Aber es muss doch einer kleinen Notiz gedacht werden, welche ERRERA in den Berichten der belgischen „Société de Microscopie" veröffentlichte, in der er zum ersten Male zeigte, wie man unter dem Mikroskop durch die Mikrochemie Alkaloide und Proteide unterscheiden kann, zwei Gruppen von Körpern, welche unter Umständen dieselben chemischen Reaktionen geben können.

In dem Laboratorium, welches ERRERA 1884 unter dem Namen „Laboratoire d'Anatomie et de Physiologie végétales" gründete und dann unter dem Namen „Institut botanique" weiter führte, wurden unter seiner Leitung viele Untersuchungen angestellt über Alkaloide, und mehrere seiner Schüler haben in der Richtung, welche durch ihn vorgezeichnet war, neue Untersuchungen ausgeführt. Es genügt uns, dem Namen von CLAUTRIAU hinzuzufügen die von DE DROOG, DEWÈVRE, MOLLE, VANDERLINDEN, welche Mitteilungen über die Frage publiziert haben.

Ein Punkt in den Vorlesungen von Prof. SACHS hat speziell ERRERA's Aufmerksamkeit auf sich gelenkt; es ist das Prinzip der rechtwinkeligen Schneidung der Scheidewände der Zellen, die ihren Grund findet in der geometrischen Form der achromatischen Körper, in welchen die Scheidewand gebildet wird.

Die Membranen tierischer oder pflanzlicher Zellen stehen, wenn sie gebildet werden, unter denselben Bedingungen wie Flüssigkeitslamellen, und ERRERA sagte, sich auf die Arbeiten des Physikers PLATEAU stützend: „Im Augenblick ihrer Bildung strebt eine Zellmembran danach, die Form anzunehmen, welche eine gewichtslose Flüssigkeitslamelle unter denselben Bedingungen annehmen würde." Dieses Prinzip von bedeutender Wichtigkeit wird von ERRERA wiederholt dargelegt, und er kommt in verschiedenen kleinen Notizen darauf zurück.

Er zeigte, dass die Anordnung der Scheidewände der Zellen nach orthogonalen Trajektorien nur als Grenzfall angesehen werden kann.

Ein schönes Beispiel der Beständigkeit der mittleren Krümmung der Membranen findet man an den Scheidewänden der Rhizoiden, der Charen und der Muscineen. Als ich noch in dem Laboratorium ERRERA's arbeitete, forderte er mich auf, das Studium dieser Frage wieder aufzunehmen, und ich erinnere mich mit Vergnügen der Stunden, welche wir zusammen verbracht haben, um diese Untersuchungen zu fördern. Die erste Notiz über diese Frage veröffentlichte er im Bulletin de la Société belge de Microscopie unter dem Titel: „Sur une condition fondamentale d'équilibre des cellules vivantes“. In den „Comptes rendus“ der Pariser Akademie der Wissenschaften, sowie auch in den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft wurden diese Prinzipien behandelt. In dem Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte kam **ERRERA** auf den Gegenstand zurück, und noch einmal verglich er die Seifenblasen und die Zellenformen und zeigte, dass die „Regeln“ des Physikers **PLATEAU** aus Gent (Belgien) sehr gut auf die Morphologie der Pflanzenzellen passten.

Noch jung wurde **ERRERA** durch **DARWIN**'s, **HILDEBRAND**'s, **HERMANN MÜLLER**'s und **FRITZ MÜLLER**'s Arbeiten sehr angeregt und studierte mit Eifer die Kreuzbefruchtung der Blumen durch Insekten; 1879 erschien seine erste biologische Arbeit über die Struktur der Blüten und die Arten der Befruchtung bei den Pflanzen und insbesondere die Heterostylie der *Primula elatior*. Diese Arbeit, in dem „Bulletin de la Société de Botanique de Belgique“ publiziert, umfasst 214 Seiten. 1884 kam **ERRERA** auf die Befruchtung zurück, und in einer Sitzung derselben Gesellschaft legte er eine zweite Arbeit vor über ein einfaches Mittel, bei *Primula* die Kreuzbefruchtung zu erkennen. In den von **ERRERA** nachgelassenen Papieren haben sich Notizen gefunden über dasselbe Thema, und seine Schülerin Fräulein J. **WERY** konnte diese Arbeit als ein Ergänzungsheft zu den ersten Untersuchungen herausgeben. Das Studium der Befruchtung der Blumen trieb **ERRERA** sein ganzes Leben, und er widmete nicht allein der Gattung *Primula*, sondern auch verschiedenen Formen von *Pentstemon* seine Aufmerksamkeit. Man findet in verschiedenen dieser Arbeiten von 1879, 1881, 1895 eine Reihe neuer Beobachtungen und grundlegender Gedanken. In diesen Arbeiten wies **ERRERA** zum erstenmal die Wirkung von Geruch und Farbe der Blumen auf Insekten nach, und in dieser Richtung hat er auch in den letzten Jahren neue Beobachtungen durch verschiedene seiner Schüler machen lassen. Er hat auch das Vergnügen gehabt, in das grosse Gebiet der Biologie einen seiner besten Schüler einzuführen, und er hat immer die Untersuchungen seines Nachfolgers **JEAN MASSART** unterstützt.

Im Anschlusse an die zahlreichen Arbeiten über Biologie und Physiologie, die wir hier nicht alle analysieren können, müssen wir noch unsere Aufmerksamkeit richten auf eine kleine Arbeit, welche einen grossen Eindruck auf die Biologen gemacht hat und als Grundlage für eine Reihe neuer Untersuchungen betrachtet werden kann.

Es ist die Notiz über die Wirkung von Schutzmitteln der Pflanzen gegen die Weidetiere, die er im „Bulletin“ der belgischen Gesellschaft für Botanik 1886 publizierte.

Er wollte in dieser Arbeit zeigen, dass von den Botanikern auch speziell in Belgien eine grosse Reihe Untersuchungen gemacht werden könnte, welche sicher interessanter sind als das blosse Aufsuchen von Standorten einheimischer Pflanzen. Aber nicht viele haben den Weg beschritten, welchen ERRERA gewiesen hat. In diesem von ERRERA zuerst betretenen Gebiet der Phylakteriologie unterschied er die folgenden Schutzmittel der Pflanzen:

a) Allgemeine Schutzausrüstungen:

1. Schwer zugänglicher Standort (im Wasser, an Felsen, Mauern usw.).
2. Vermöge ihrer Stellung schwer zugängliche Organe: Kronen hoher Bäume, Rhizome, Zwiebeln, Knollen, unterirdische Früchte (Geokarpie, Amphikarpie), verborgener Zugang von Nektarien.
3. Soziale Pflanzen, die durch ihre dichte Vereinigung undurchdringliche Hecken oder Dickichte bilden.
4. Vasallenpflanzen, die sich unter den Schutz gewisser Tiere stellen (Ameisenpflanzen, Milbenpflanzen), oder durch andere Pflanzen geschützt werden (Epiphyten, Heckenpflanzen usw.).
5. Schutzähnlichkeit (Mimikry) im Pflanzenreich.

b) Anatomische Schutzmittel.

6. Verholzung, Rinde, Kork usw.
7. Harte, lederartige, scharfe oder schneidende, verkalkte oder verkieselte, rauhe, stachelige, klebrige Organe.
8. Dornen, Stacheln, Brennhaare.

c) Chemische Schutzmittel:

9. Säuren, Gerbstoff usw.
10. Ätherische Öle, Kampfer usw.
11. Bittere Früchte.
12. Glukoside.
13. Alkaloide.

Wir können hier die ganze Liste der Pflanzen, welche nach ERRERA zu diesen verschiedenen Kategorien gehören, nicht geben. Die Pflanzenwelt bezahlt den Säugetieren ihren Tribut, indem Anpassungen der Tiere an diese Schutzmittel stattgefunden haben; aber die Schutzmittel wirken doch so, dass die Feinde vermindert werden und dass keine Pflanzenspezies durch die einheimischen Säugetiere ausgerottet wird.

ERRERA war auch ganz überzeugt von dem sehr grossen Einfluss der äusseren Faktoren auf das Leben der Pflanzen, auf die Funktionen der Zellen. Eine von seinen Arbeiten auf diesem Gebiete ist sehr bemerkenswert; sie behandelt die Frage, ob der Magnetismus Einfluss auf die Teilung des Kerns hat. In seinem Laboratorium haben auch mehrere Schüler Versuche angestellt über den Einfluss von verschiedenen Gasen, von Luft, von Wärme auf die Vegetation, auf die Bewegung, Zellteilung usw. bei den Pflanzen.

Über diese verschiedenen Arbeiten, den Einfluss der äusseren Faktoren betreffend, hat er ein schönes Sammelreferat geschrieben, welches er in einem Studentenkränzchen vortrug und in der „Revue de l'Université“ 1896 publizierte unter dem Titel „Essai de philosophie botanique I, l'Optimum“.

Wie wir oben sagten, wurde ERRERA 1879 Doktor. 1882 wurde er zum Docteur agrégé an der Universität Brüssel ernannt. 1885 übertrug ihm der Senat der Universität die Vorlesungen über Anatomie und Physiologie der Pflanzen, speziell der Kryptogamen, und 1895 nach J. E. BOMMER's Tode folgte er diesem nach als Professor der Botanik.

Die belgische Akademie der Wissenschaften ernannte ihn 1887 zum korrespondierenden und 1898 zum ordentlichen Mitgliede. Seit dem 7. Mai 1896 war er Ritter des Leopoldordens.

Als er die Vorlesungen über Botanik für die Doktoranden übernahm, hatten wir an der Universität kein Laboratorium für praktische Übungen. ERRERA, der auf die Wichtigkeit solcher Übungen öfter hingewiesen und eine sehr interessante Notiz über das Laboratorium in der Modernen Wissenschaft veröffentlicht hat, konnte mit Unterstützung der Universität und von F. CRÉPIN ein botanisches Laboratorium gründen, welches von 1884 bis 1891 in drei kleinen Zimmern einer Dependance des Botanischen Gartens von Brüssel untergebracht war. So wurden die ersten praktischen Übungen über Anatomie und Physiologie der Pflanzen in Brüssel angestellt, und die Studenten konnten unter dem Mikroskop verschiedene Phasen des Lebens der Pflanzen studieren. In diesem Laboratorium bildete ERRERA drei von seinen besten Schülern aus: CLAUTRIAU, DEWEVRE, LAURENT; alle drei sind vor ERRERA gestorben, die zwei letzten während oder auf der Heimkehr von einer botanischen Reise nach dem Kongo.

Mit diesen Schülern hatte ERRERA viel verloren. CLAUTRIAU und LAURENT arbeiteten ganz in derselben Richtung wie er; CLAUTRIAU hatte die chemisch-physiologischen Untersuchungen übernommen und LAURENT war ein reiner Physiologe. In einem schönen Vortrag in dem neuen Institut hat der zu früh gestorbene Lehrer mit seinem wohlbekannten Talent den Lebenslauf dieser drei verlorenen Schüler geschildert, und als der Tod ihn überraschte, war

ERRERA mit einer Biographie von F. CRÉPIN, der immer für den jungen Doktor und nachher für den Professor ein Leiter und Freund gewesen war, beschäftigt. Diese Biographie, wovon ein grosses Stück fertig war, ist von Herrn DURAND, Direktor des Botanischen Gartens, vervollständigt worden und wird in dem „Annuaire de l'Académie de Belgique“ veröffentlicht.

Das neue, grossartige Institut, an welchem ERRERA bis an sein Lebensende als Direktor fungierte, wurde von ihm in einer kleinen Broschüre bei Gelegenheit einer Universitätsfeier genau beschrieben.

In diesem Institut vereinigte er jeden Mittwoch Studenten, junge und ältere Schüler und Freunde der Wissenschaft, um zusammen die neue Litteratur zu besprechen.

Im Juni 1905 wurde er von dem Internationalen botanischen Kongress in Wien als Präsident des Organisationskomités für den nächsten Kongress von 1910 in Brüssel gewählt. Der unerwartete Tod ERRERA's hat, wie man denken kann, in diesem Komité eine schmerzliche Lücke hervorgerufen.

Alle diejenigen, die in Wien und in Budapest mit ERRERA zusammengekommen waren und ihn persönlich kennen gelernt hatten, haben von ihm einen überaus günstigen Eindruck mitgenommen. Auch hat die Nachricht von seinem Tode die botanischen Kreise aufs schmerzlichste überrascht.

ERRERA hat seine Arbeiten 1874 begonnen, als er 16 Jahre alt war, mit einer kleinen Notiz über verschiedene Standorte seltener oder neuer Pflanzenarten für die Mittelzone Belgiens; die letzte Arbeit, wovon er noch die Korrektur gelesen hat, ist eine biologisch-physiologische Untersuchung über den Kampf und den Vorrang der einzelnen Organe und über Hemmungsreize bei den Pflanzen. In dieser Arbeit, welche er seit Jahren vorbereitet hatte, zeigt er mit schönen Photographien, dass der Gipfel oder die Wurzel vieler Bäume allein in der Richtung der Schwerkraft wächst, während die Seitenäste anderer Richtung folgen, so lange der Gipfel oder die Hauptwurzel vorhanden sind.

Am Ende unseres kurzen Nachrufes haben wir die ganze Liste der Arbeiten ERRERA's gegeben; wir können auf alle Einzelheiten dieser Arbeiten nicht zurückkommen, aber die Titel genügen, um uns zu zeigen, dass ERRERA zugleich Biologe, Physiologe, Chemiker, Systematiker und Mathematiker war. Sein wohlbekannter Polyglottismus und sein schnelles Verständnis gestatteten ihm von vielen Publikationen Kenntnis zu nehmen und seinen Schülern eine vollständige Synthese der Botanik in seinen Vorträgen und Vorlesungen vorzutragen.

Aber nicht allein in der Naturwissenschaft glänzte ERRERA als ein tüchtiger Mann, sondern er war auch tätig in der

Philosophie und in politisch-ökonomischen Studien. Von diesen speziellen Arbeiten müssen wir in diesen Berichten absehen, aber wir haben dieselben doch in die folgende Liste aufgenommen; sie zeigen, wie weit der geniale und vielseitige Geist ERRERA's gedrungen war. Wenn man einen Blick auf diese Aufzählung von ERRERA's Werken wirft, kann man sich überzeugen, welchen Verlust Belgien und die Wissenschaft im allgemeinen erlitten haben.

Alle, die ERRERA gekannt haben, sei es als Lehrer, als Freund oder Kollegen, werden an ihn, welcher uns in der Blüte der Lebensjahre entrissen wurde, stets eine unvergängliche Erinnerung behalten.

Veröffentlichungen von L. Errera.

1. Indications concernant quelques espèces peu communes de la zone argilo-sablonneuse ou nouvelles pour cette zone. (Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, t. XIII, p. 311, 1874.)
2. Lettre sur la végétation des environs de Nice. (Ib. t. XIV, p. 200, 18. janvier 1875.)
3. L'agriculture et l'horticulture en Norwège. (Die Pflanzenwelt Norwegens, par F. C. SCHÜBELER.) (Revue de l'horticulture belge et étrangère, 1877.)
4. Les plantes insectivores. (Bulletin de la Soc. roy. bot. de Belg., t. XVI, p. 256—260, 23. avril 1877.)
5. Sur la structure et les modes de fécondation des fleurs et en particulier sur l'hétérostylie du *Primula elatior*, par LÉO ERRERA et G. GEVAERT. 1. partie. Avec un appendice sur les *Pentstemon gentianoides* et *Pentstemon Hartwegi* par LÉO ERRERA. (Ib. t. XVII, 1878.)
6. Note sur la fécondation du *Geranium phaeum*. (Ib. p. 19—23, 11. janvier 1879.)
7. Réponse à Mr. HECKEL au sujet de la fécondation dans le genre *Geranium*. (Ib. p. 42—49, 1. mars 1879.)
8. Observations sur la flore des côtes de Belgique. (Ib. p. 46—48, 1. mars 1879.)
9. Deux mots sur la Dionée. (Ib. p. 56—56, avril 1879.)
10. Botanique. (L'Athenaeum belge, 1. octobre 1880.)
11. Cellules végétales plurinucléées. (Bulletin des Séances de la Société belge de microscopie, p. LXIV, 29. janvier 1881.)
12. Un moyen simple de constater la fécondation croisée chez les Primevères (Bulletin de la Soc. roy. de Botanique, t. XX, 2. partie, 5. février 1881.)
13. Coloration de noyaux par la nigrosine. (Bull. de la Soc. belge de microscopie, 25 juin 1881.)
14. Vie et travaux de M. J. SCHLEIDEN. (Revue scientifique de la France et de l'étranger, t. XXVIII, 3. sept. 1881.)
15. Sur le magnétisme des corps en relation avec leur poids atomique. (Bull. de l'Académie royale de Belgique, 3. série, t. I et III, 1881.)
16. L'épiplasme des Ascomycètes et le glycogène des végétaux. (Thèse d'agrégation. Bruxelles 27 mai 1882 et Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. I, p. 1, 1905.)
17. Communication au sujet d'une note de M. W. GARDINER. (Bulletin de la Soc. belge de microscopie, t. IX, p. 5—6, 28. octobre 1882.)
18. Sur le glycogène chez les Mucorinées. (Bulletin de l'Acad. royale de Belgique, t. IV, p. 451—457, novembre 1882, et Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. I. p. 71, 1905.)

19. Routines et progrès de la botanique systématique. (Bulletin de la Soc. roy. de Bot. de Belgique, t. XXII, p. 207, 1883, et Revue scientifique, Paris, 19 janvier 1884.)
20. Discussion sur les Diatomées. (Bull. de la Soc. belge de Microscopie, t. X, 20 janvier 1884.)
21. Notice publiée par M. REINSCH, présentée à la soc. belge de Microscopie le 23 mars 1884. (Ib. t. X, 23. mars 1884.)
22. Sur l'emploi de l'encre de Chine en microscopie. (Ib. 26. juillet 1884.)
23. Die grosse Wachstumsperiode bei den Fruchtträgern von *Phycomyces*. (Botanische Zeitung, Nr. 34, 22. August 1884.)
24. Questions de terminologie. (Bull. de la Soc. belge de microscopie, 10. année, no. XII, et XI. année, no. 1, octobre 1884.)
25. Le rôle du laboratoire dans la science moderne. (Revue de Belgique 1884 et Congrès international de botanique et d'horticulture d'Anvers 1885.)
26. Sur l'existence du glycogène dans la levure de bière. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 20 juillet 1885, et Recueil de l'Institut bot. de l'Université de Bruxelles, t. I, p. 124, 1905.)
27. Les réserves hydrocarbonées des Champignons. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 3. août 1885, et Recueil de l'Inst. bot. de l'Univ. de Bruxelles, t. I, p. 129, 1905.)
28. Sur le glycogène chez les Basidiomycètes. (Mémoires de l'Acad. roy. de Belgique, t. XXXVII, 1885, et Recueil de l'Inst. bot. de l'Univ. de Bruxelles, t. I, p. 77, 1905.)
29. Une expérience sur l'ascension de la sève chez les plantes. (Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belg., t. XXV, p. 24, 1886, et Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Berlin, Bd. IV, S. 16, 29. Januar 1886.)
30. Über den Nachweis des Glykogens bei Pilzen. (Botan. Zeitung, 7. Mai 1886.)
31. Un ordre de recherches trop négligé. L'efficacité des structures défensives des plantes. (Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, t. XXV, p. 80, 11. juillet 1886, Bulletin de l'Association des élèves de l'École d'horticulture de Vilvorde et Biologisches Centralblatt, 1. März 1887.)
32. Sur une condition fondamentale d'équilibre des cellules vivantes. (Bulletin de la Soc. belge de microscopie, 30 octobre 1886, Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 2 novembre 1886, et Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. IV, S. 441, 1886.)
33. Comment l'alcool chasse-t-il les bulles d'air? (Bull. de la. Soc. belge de Microscopie, 22. décembre 1886.)
34. Pourquoi les éléments de la matière vivant ont-ils des poids atomiques peu élevés? (Malpighia, t. I, fasc. 1, 1886, et Botanisches Centralblatt, S. 22, 1. März 1887.)
35. Sur la méthode des bactéries. (Causerie à la Soc. belge de Microscopie, 29 janvier 1887, et Annales de la Soc. de Microsc., t. XIII, 1886—1887.)
36. Correspondance sur WEISMANN. (Naturwissenschaftliche Rundschau, 19. Februar 1887.)
37. A propos de l'assimilation chlorophyllienne. (Bull. de la Soc. belge de Microscopie, t. XIII, 1886—1887, mars 1887.)
38. Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloides dans les plantes. Note préliminaire par M. LÉO ERRERA. (Bulletin de l'Académie royale de Belgique, 3. série, t. XIII, no. 3, mars 1887.)
39. Premières recherches sur la localisation et la signification des alcaloïdes dans les plantes (en coll. avec Mr. MAISTRIAU et CLAUTRIAU). (Journal de la Soc. roy. des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1887, et Annales de la Soc. belge de Microscopie, 1887.)

40. Über Lokalisation der Alkaloide in den Pflanzen. (Biologisches Centralblatt, S. 201, 1. Juni 1887.)
41. Pourquoi dormons-vous? (Revue scientifique, Paris, juillet 1887, et Bull. de la Soc. d'anthropologie de Bruxelles, t. V, 1887. — Perché dormiamo? Traduction italienne, 1888.)
42. La micrographie à l'Exposition de Wiesbaden. (Bull. de la Soc. belge de Microscopie, 29. octobre 1887.)
43. Mouvement protoplasmique et tension superficielle. (Bull. Soc. belge de microscopie, 24. décembre 1887.)
44. Anhäufung und Verbrauch von Glykogen bei Pilzen. (Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden, Nr. 8, 1887, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. V, S. 74, 1887, und Botanisches Centralblatt, Bd. XXXII, S. 59, 1887.)
45. Über Zellenformen und Seifenblasen. (Tageblatt der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wiesbaden, Nr. 8, 1887, und Botanisches Centralblatt, Bd. XXXIV, S. 395, 1888.)
46. A propos des éléments de la matière vivante. (Malpighia 1887.)
47. Sur des appareils destinés à démontrer le mécanisme de la turgescence et le mouvement des stomates. (Bull. de l'Académie roy. de Belgique, t. XVI, novembre 1888.)
48. Sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques. (Annales de la Soc. belge de Microscopie, t. XIII, fasc. 2, p. 73, septembre 1889.)
49. L'aimant agit-il sur le noyau en division? (Bull. de l'Académie roy. de Belgique, t. XXIX, 11. janvier 1890, Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belgique, 2. partie, 17. janvier 1890.)
50. Rapport sur l'organisation de la salle de botanique, au Palais du peuple à Bruxelles. (Bull. de la Soc. roy. de Botanique, 2. partie, p. 169, décembre 1890).
51. Rapport sur le prix JOSEPH DE KEYN 1888—1889. (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, t. XIX, no. 5, 1890).
52. La respiration des plantes. (Revue de Belgique 1890. — Bulgarische Übersetzung 1893; neue Auflage 1898.
53. Zur Frage nach den Beziehungen zwischen Atomgewicht und Magnetismus. (Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft, Nr. 1, Januar 1891).
54. Les sphères attractives dans les cellules végétales. (Bull. de la Soc. roy. de Bot. de Belgique, t. XXX, 2. partie, p. 65, 14. mars 1891).
55. CARL VON NÄGELI. (Ib. t. XXX, 2 partie, p. 148, 3. mai 1891).
56. Note sur la théorie toxique du sommeil. (Comptes rendus de la Société de Biologie de Paris, 2. juillet 1891).
57. De grâce, des noms latins! (Bull. de la soc. roy. de bot. de Belgique, t. XXX, 2. partie, p. 164, juillet 1891).
58. Sur la loi de la conservation de la vie. (Revue philosophique, Paris, octobre 1891).
59. Notice sur NÄGELI. (Bull. soc. belge de microscopie, t. XXVII, 1891).
60. SERVAIS STAS. (Revue de Belgique, 15. février 1892).
61. La nécessité des études superflues. (Revue universitaire de Bruxelles, 15. mai 1892. — Ins Bulgarische übersetzt 1899).
62. Quelques mots à propos d'une communication de Dr. VERHOOGEN: Sur la structure des bactéries. (Bull. de la Soc. belge de microscopie, 20. juin 1892).
63. On the cause of physiological action at a distance. (Annals of Botany, t. VI, p. 373, décembre 1892).

64. A propos de la conférence de M. RAOUL PICTET: Deux mots. (Revue universitaire, 15 mars 1893).
65. Notice sur SCHÜBELER. (Bull. Soc. roy. de bot. de Belgique, t. **XXXII**, 2. partie, p. 81, 7 mai 1893).
66. Sur le „Pain du ciel“ provenant du Diarbékir. (Bull. de l'Académie roy. de Belgique, 3. série, t. **XXXVI**, no. 7, p. 83, 1 juillet 1893).
67. Les juifs russes: extermination ou émancipation? (Bruxelles 1893. Übersetzt ins Englische 1894, zweite französische Auflage 1903, deutsche Übersetzung 1903).
68. Les bases scientifiques de l'agriculture. (Cours d'extension de l'Université libre de Bruxelles 1893—1894 und flämische Übersetzung 1904).
69. Discussion: Y a-t-il un type juif? Communication de M. JACQUES. (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Bruxelles, 1893).
70. JOSEPH BÖHM. Nécrologie. (Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belgique, t. **XXXIII**, 2. partie, p. 34, 10. mars 1894).
71. Remarques sur une note de tératologie par M. CHRIST. (Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belgique, t. **XXXIII**, 2. partie, p. 85, 10. novembre 1894).
72. La pointe de la racine. (Ib. t. **XXXIII**, 1894, p. 87).
73. Sur le mécanisme du sommeil. Aperçu critique. (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Bruxelles, t. **XIV**, 25. mars 1895).
74. Notice sur l'institut botanique de l'Université de Bruxelles, 29 octobre 1895.
75. La feuille comme plaque photographique. (Bull. Soc. belge de microscopie, t. XXI, 1895).
76. Notice nécrologique sur J. É. BOMMER (Bull. de la Soc. roy. de bot. de Belgique, 1895).
77. Expérience relative à l'action des rayons X sur le *Phycomyces*. (Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 30. mars 1896).
78. Essais de philosophie botanique. 1. L'optimum. (Revue de l'Université, avril 1896).
79. La défaite du matérialisme scientifique, par OSTWALD. Bibliographie. (Ib. 1896.)
80. Note sur un tronc de hêtre à coeur rouge. (Bull. de la Société forestière de Belgique, mai 1896).
81. Une pluie expérimentale. (Ciel et Terre, 1. août 1896).
82. The preservation of plants for exhibition. Report on Experiments made at the „Institut botanique de l'Université de Bruxelles“. (Report British Association, Liverpool 1896).
83. Planches de physiologie végétale: texte descriptif français avec 86 figures et explications des planches en français, en allemand et en anglais (en collaboration avec É. LAURENT). (In 4° avec 15 planches in folio en chromolithographie, 1897).
84. Existe-t-il une force vitale? (Cours d'extension de l'Université de Bruxelles 1897, 1898, 1899, 1901 et 1902).
85. A propos de l'Eglise et de la Science. — Réponse à un vitaliste. (Revue de l'Université de Bruxelles, mai 1898).
86. Les gaz liquéfiés et la direction des ballons. (Ciel et terre, juillet 1898).
87. Tous les êtres vivants ont-ils besoin d'oxygène libre? Note additionnelle à l'Optimum. (Revue de l'Université de Bruxelles, juillet 1898, et Revue scientifique, 26 novembre 1898).
88. Une belle idée (Article signé X). (La Flandre libérale, 23. novembre 1898).
89. Le comité des griefs (Article signé X). (Ib. 7 décembre 1898).
90. Theoretical calculation of an osmotic Optimum. (Annals of Botany. décembre 1898, et in British Association Report, 1898.)

91. On the Unity to be adopted for osmotic Measurement. (Annals of Botany, 1898, et in British Association Report, 1898).
92. Structure of the Yeast cell. (Annals of Botany, 1898, et British Association Report, 1898).
93. Les Arabes et la scolastique. (L'ami de l'ordre, 1898).
94. Sommaire du cours d'éléments de botanique pour la candidature en sciences naturelles. (1898 et 1904).
95. Sur l'origine de l'agriculture: Discussion de la communication de M. GOBLET D'ALVIELLA. (Bull. de la Soc. d'anthropologie de Bruxelles, t. XVII, 1898, 1899).
96. Hérédité d'un caractère acquis chez un Champignon pluricellulaire. (Bull. de l'Académie roy. de Belgique, 2 février 1899).
97. Une tentative néo-vitaliste. Aperçu critique. (Revue de l'Université de Bruxelles, mars 1899.) Une leçon élémentaire sur le Darwinisme. (Revue de l'Université de Bruxelles, octobre 1899, et nouv. éd. 1904; deutsche Übersetzung Odenkirchen, 1902).
98. La foi catholique et la théorie de l'évolution. (La Flandre libérale, 7. décembre 1899).
99. Remarques sur la toxicité moléculaire de quelques alcools, à propos des recherches de M. le Dr. VANDEVELDE. (Bull. de la Soc. roy. des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 5 février 1900.)
100. Essais de philosophie botanique II. A propos de génération spontanée. (Revue de l'Université de Bruxelles, mai 1900).
101. Discours aux funérailles de G. CLAUTRIAU. (Gazette de Charleroi, 3 juin 1900).
102. Magnétisme et poids atomique. (Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, no. 3, 1900).
103. G. CLAUTRIAU. Esquisse biographique. (Annales de la soc. roy. des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1900, et Bull. de la Soc. belge de microscopie, 1900).
104. Les plantes ont-elles une âme? par J. DE MEYER. Compte rendu de la conférence faite le 22 novembre 1900 par M. LÉO ERRERA. (Revue de l'Université de Bruxelles, janvier 1901).
105. Sur la myriotonie comme unité dans les mesures osmotiques. (Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. V, p. 193, février 1901, et Bull. de l'Acad. roy. de Belgique, mars 1901).
106. Sur une bactérie de grandes dimensions: *Spirillum Colossus*. (Bull. de la soc. roy. des sciences medicales et naturelles de Bruxelles, décembre 1901; Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. V, p. 347, 1901).
107. Présentation d'expériences faites par M. BARGER. (Bull. de la Soc. roy. des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 60. année, p. 89, juin 1902).
108. Sur la limite de petitesse des organismes. (Bull. de la Soc. roy. des Sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 61. année, p. 13, janvier 1903; Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. VI, p. 73, 1905).
109. De quelques progrès récents de la théorie de l'évolution. (Revue de l'Université de Bruxelles, mai-juin 1903).
110. La brochure du marquis AGÉNOR ou le manuel du parfait antisémite (signé E. LENOIR). (La Flandre libérale, juin 1903, et Le Siècle, 1903).
111. Les massacres de Kischinew. (Bull. de la Ligue belge des droits de l'homme, t. I, fasc. 2, septembre 1903).
112. Notice sur É. LAURENT. (La Gazette, 25 février 1904).
113. Cérémonie commémorative à l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles. (Revue de l'Université de Bruxelles, mai-juin 1904, et Bull. de la Soc. roy. de botanique de belgique.)

114. Trop de périodiques scientifiques. (La Suisse universitaire, juillet-août 1904).
115. Note sur la myriotonie. (Travaux de l'association de l'Institut MAREY, Paris, 30 août 1904).
116. Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux. (VI. Congrès international des physiologistes. Bruxelles, août-septembre 1904).
117. Projections d'expériences de microchimie et de microphysique. (Archives internationales de physiologie. Liège, Bruxelles, vol. II, décembre 1904).
118. L'évolution et l'Église. (Extrait de la préface de la 2. édition de: Une leçon élémentaire sur le Darwinisme, 1904).
119. FR. CRÉPIN. (Berichte der Bayer. botanischen Gesellschaft, Bd. IX, 1904; Bull. de la Soc. roy. belge de Géographie; Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. XXII, 2. Heft, S. 21, 1904).
120. *Micrococoecus prodigiosus.* (Jewish Encyclopedia, 1904).
121. Struggle for preeminence and inhibitory stimuli. (British Association. Cambridge section, 1904).
122. Discours à la cérémonie PASTEUR (Le Temps, 20. juillet 1904).
123. Discours à l'inauguration du médaillon LAURENT à Gembloux. (L'ingénieur agricole de Gembloux, mai 1905, et Annales de Gembloux, 15. année, p. 339, juin 1905).
124. Conflits de préséance et excitations inhibitoires chez les végétaux (6 planches). (Bull. de la Soc. roy. de botanique de Belgique; Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. VI, p. 125, 1905).
125. Note sur le Congrés botanique international de Vienne. (Bull. Académie des sciences de Belgique, 1905, no. 7, p. 295).

Hinterlassene Schriften.

126. Glycogène et „paraglycogène" chez les végétaux. (Recueil de l'Institut botanique de l'Université de Bruxelles, t. I, p. 343).
127. Liste bibliographique du Glycogène et du Paraglycogène. (Ib.).
128. Sur les caractères hétérostyliques secondaires des Primevères. (Ib. t. VI).
129. Sur l'hygroscopicité comme cause de l'action physiologique à distance découverte par ELFVING. (Ib. t. VI).
130. Notice sur FRANÇOIS CRÉPIN. (Annuaire de l'académie roy. de Belgique, 1906). (Unter Mitwirkung von TH. DURAND).

Ferner verschiedene kleine Berichte im Bull. Acad. de Science de Belgique, Bull. Soc. roy. de Bot. de Belgique usw.

Verzeichnis der Pflanzennamen.

Acacia cornigera 370, 371.
— *floribunda* 39.
— *sphaerocephala* 371.
Acanthaceen 294.
Acer 502.
— *tataricum* 59.
Acerineae 89.
Acorellus 323.
Adiantum Capillus Veneris 508.
Adlerfarn 229.
Adoxa 265—271, 273.
— *Moschatellina* 265, 272, 273.
Aesculus Hippocastanum 37, 42, 43, 50.
— *rubicunda* 369.
Aethionema 283.
Ahorn 501.
Akebia 90.
Algen 164, 166, 170, 205, 236, 237, 239, 251, 252, 404, 432, 435, 437, 440.
Alisma 86.
Alismaceen 86.
Alliaria 283.
Allium 390.
— *Cepa* 143, 207, 211, 240, 243, 245, 390, 396, (6), (9).
— *Pedemontanum* 367.
— *triquetrum* 367.
Alnus glutinosa 42, 470, 471.
Alsinaceen 29.
Alyssineen 279, 282, 283.
Amaurochaete 493, 495.
— *atra* 492.
Amblystegium subtile 399.
Amentifloren 85, 89.
Ampelopsis 46.
Amygdaleen 201.
Anabaena 69, 156—159.
— *flos aquae* 156, 161.
Anastatica 283.
Anastaticeae 283.
Anchoneiae 283.
Anemonopsis 87, 88.
Anethum 513.
Angiopteris evecta 175.
Anona 91.
— *squamosa* 88.
Anonaceen 87, 88, 90.
Anthemideen 513.
Anthocleista Vogelii 171.
Anthophysa vegetans 251, 252.
Anthoxanthum 513.
Anthriscus 26.
— *silvestris* 18, 21—29.
— *vulgaris* 18, 23—29.
Anthurium 271.
— *Warocqueanum* 265, 271, 272.
Antirrhinum majus luteum rubrostriatum 74.
Apfel 231, 483.
Aphelandra Porteana 105, 112, 113.
Aquilegia vulgaris 309, 403.
Arabideae 282, 283.
Arabis 275, 278, 280—283.
— *albida* 280.
— *Allionii* 279.
— *alpestris* 276, 279.
— *alpina* 280, 285.
— *arenosa* 279.
— *bellidifolia* 279.
— *Billardieri* 280.
— *bryoides* 279.
— *Carduchorum* 280.
— *ciliata* 276, 279.
— *coerulea* 280.
— *digenea* 279.
— *Drummondii* 278.
— *furcata* 279.
— *glabra* 278.
— *Halleri* 279, 284.

Arabis hirsuta 276, 279, 285.
— *ovirensis* 279, 285.
— *pendula* 280.
— *procurrens* 279.
— *pumila* 280.
— *rosea* 276, 279.
— *sagittata* 276, 279.
— *Scopoliana* 279.
— spec. 280.
— *sudetica* 279.
— *Turczaninowii* 278, 284.
— *Turrita* 280.
— *vochinensis* 279.
Araceen 169, 170.
Araucaria 345.
— *Bidwillii* 335, 336, 339.
Araucarieae 346.
Arbutus Unedo 370.
Archaeolithothamnion 30.
Arctotideen 513.
Areca oleracea (18).
Argemone 91.
Arisarum vulgare 269.
Aristolochia 90, 91.
— *brasiliensis* 294, 295, 297.
Aristolochiaceae 88, 90.
Aroideen 175.
Arrhenatherum 507.
— *elatius* 506, 508.
Arum italicum 269.
Asarum 88, 90.
— *europaeum* 294, 295.
Ascolepis 317, 323.
Aspergillus 216, 419, 426.
— *bronchialis* 419, 420—427.
— *fumigatus* 419, 420—427.
— — var. *tumescens* 420—425, 427.
— *niger* 155, 243.
Aspidium Filix mas 229.
Asplenium decussatum 117.
— *Filix femina* 229.
Aster 368.
Avena 188, 190.
— *planiuscula* 507.
— *sativa* 183.
Azalea 54.
Azolla 157.

Baccharis 53.
— *ovalifolia* 52, 53.
Bacillus 353.
— *anthracis* 2, 350.
Bacillus cylindricus 353, 357.
— *fluorescens liquefaciens* 350.
— *prodigiosus* 2.
— *pyocyaneus* 2, 350.
— *subtilis* 350.
— *typhosus* 2.
Badhamia macrocarpa 495.
Bakterien 92, 209, 251, 349—351, 432, 440.
Balanophora 90.
Balanophoraceae 88.
Balanops 89.
Bambusa 179, 180.
Barbaraea 283.
Barkhausia rubra 513.
Batidaceae 90.
Batrachium 88, 91.
Begonia 175.
— *discolor* 48.
Bennettitaceen 86, 87.
Berberidaceae 86—88, 91
Berberis 91.
— *vulgaris* 52, 308.
Bergahorn 220.
Betula 502.
— *verrucosa* 38, 42, 469.
Betulaceae 89.
Betuleen 90.
Bignoniaceen 427, 428, 431.
Birke 41, 221, 224, 227, 229, 231, 501.
Birne 231, 483.
Biscutella 283.
Blattflechten 170.
Blechnum brasiliense 117.
Bombacaceen 194
Bornetia secundiflora 263.
Botrydiopsis minor 434.
Botryococcus 157.
Brachythecium rutabulum 397.
Brandpilze 248, 250.
Brassica 281, 283, (6).
— *Napus* 276, 324, 325.
— *nigra* 276, 284.
— *oleracea* 276.
Brassiceae 283.
Braya 283.
Bromus mollis 506.
Brunfelsia 388.
Bruniaceae 89.
Bryonia 46.
— *alba* 462.
— *alba* ♀ + *dioica* ♂ 462.
— *dioica* 462, 463.

Bryonia dioica ♀ + *alba* ♂ 462.
Bryophyllum calycinum 174, 175.
— *cuspidatum* 175.
Bryopsis 262, 360.
Bryum alpinum 399.
— *argenteum* 399.
— *caespititium* 399.
— *intermedium* 399.
— *pallens* 399.
— *pendulum* 397.
— *pseudotriquetrum* 399.
— spec. 399.
Buche 38, 173, 174, 229.
Buchweizen 10—12.
Bucklandieen 89.
Buniadeae 283.
Bunias 283.
— *orientalis* 376.
Bumilleria exilis 434.
— *sicula* 434.
Buschbohnen 482.
Butomaceen 86.
Buxeae 89.
Buxus sempervirens 56.

Cabombeen 87.
Caesalpinieen 91.
Cakile 283.
Cakilineae 283.
Calla palustris 227.
Callisia repens 379, 381, 382.
Callitriche 89.
Calothrix confervicola 65.
Caltha 88, 91.
Calycanthaceae 88.
Camelina 91, 283.
Camelineae 283.
Campanula grandis 377.
Campanulaten 90.
Canellaceae 88.
Canna (45).
Cannabineae 89.
Cannabis 512.
Capparidaceen 90, 91.
Capparis 91.
Capsella 283
Cardamine 280—283.
— *arenosa* 279.
— *Halleri* 279.
Cardaminopsis 279, 280, 282, 283.
Carex 321.
Carex verna 512.
Carpinus Betulus 466, 467, 472, 473.
Carrichtera 283.
Casuarinaceae 90.
Cecropia peltata 370, 371.
Ceiba 431.
Centaurea Biebersteinii 512.
— spec. 507.
Cephaloteae 88.
Cerastium arvense 29.
— *semidecandrum* 29.
— *triviale* 29.
Ceratiomyxa 489, 490.
Ceratium hydnoides 497.
— *porioides* 497.
Ceratodon purpureus 399.
Ceratophyllaceae 88.
Cercidiphyllum 89.
Chaetomorpha 261.
Chara 291, 358, 361, (6).
— *fragilis* 291.
Characeen 205, 291, 314.
Chartolepis 512.
Chelidonium 91.
Cheiranthus 274, 283.
— *Cheiri* 177, 178, 181.
Chlamydomonas 156—161.
— *angulosa* 160.
— *apiocystiformis* 156.
— *Braunii* 160.
— *De Baryana* 160.
— *Dillii* 160.
— *Ehrenbergii* 160.
— *gigantea* 160.
— *globulosa* 160.
— *gloeocystiformis* 160.
— *grandis* 160.
— *inhaerens* 156, 157, 161.
— *Kuteinikowi* 160.
— *longistigma* 160.
— *metastigma* 160.
— *monadina* 160.
— *ovata* 160.
— *parietaria* 160.
— *pertusa* 160.
— *Pertyi* 160.
— *Reinhardi* 160.
— — var. *intermedia* 159.
— *reticulata* 160.
— spec. I. 434, 438.
— spec. II. 434, 436, 438, 439.
— *Steinii* 160.
— *stellata* 160.

Chlamydomonas variabilis 160.
Chloranthaceae 87, 89.
Chlorella 436.
— *protothecoides* 434, 436, 438.
— spec. 434, 436.
— *vulgaris* 434, 438, 439.
Chlorococcum humicola 434.
Chlorocyperaceen 317, 319.
Chlorocypereen 317, 322.
Chlorocyperus 322.
Chlorophora 431.
Chlorothecium saccharophilum 434.
Chondrostylis 89.
Chorispora 283.
Chroolepideen 164.
Chrysophlyctis endobiotica 403.
Cicer arietinum 103.
Cichoriaceen 513.
Cinnamomum 297.
Cissus spec. 46.
Citrus 166.
Cladophora 252, 253, 258, 260—263.
Clematis 86.
Closterien 251, 291.
Cocconeïs 291.
Cochlearia 283.
— *Armoracia* 276.
Cocos nucifera 486.
Coelastrum microporum 434, 436, 438, 439.
Coffea liberica 170.
Colchicum (45).
Coleochaete 236, 237, 239, 285, 289—291.
— *Nitellarum* 289.
— *pulvinata* 285, 291.
— *scutata* 239, 285, 292.
Coleochaeteen 291.
Colletotrichum 199.
Commelinaceae 379.
Compositen 368, 369, 505.
Conferva 250—253.
— *bombycina* 251, 434.
— — var. *minor* 251.
— *martialis* 250.
— *tenerrima* 250.
Coniferen 42, 336, 345, 346.
Conocephalus niveus 111.
— *ovatus* 110.
— *suaveolens* 110.
Conringia 283.
Convallaria majalis 231.
Coptis 87.
Corallinaceen 30.
Cordaïten 346.
Coriaria 89.
Cornus sanguinea 59.
Corydalis 91.
Coryleen 89.
Corylopsis 89.
Cosmarium 291.
— spec. 434.
Crambe 283.
Crassulaceae 369, 440.
Crataegus 197, 200.
— *grandiflora* 201.
— *melanocarpa* 201.
— *nigra* 201.
— *Oxyacantha* 197, 200, 202.
— *pinnatifida* 201.
Crescentia 428.
— *alata* 428.
— *cucurbitana* 428, 429.
— *Cujete* 428, 429.
Cruciferen 90, 91, 274—276, 279, 281, 282, 375.
Cruoriella 34.
— *armorica* 34.
Cruoriopsis cruciata 34.
Cryptostemma calendulaceum 513.
Cucurbita 46, 104, 366.
— *Pepo* 104.
Cucurbitaceen 46, 513.
Cupressus 214, 215, 343, 345.
— *Goweniana* 345.
Cyanophyceen 62, 64.
Cycadaceen 85—87, 346.
Cyclanthera 46.
Cymatopleura 291.
Cynareen 513.
Cynocrambe 269 - 272.
— *prostrata* 265, 266, 269, 271, 273.
Cyperaceen 316—318.
Cypripedium calceolus (17).
Cytinus 90.

Dactylis 507—512.
— *glomerata* 184, 506, 508.
Daphniphyllum 89.
Dasya elegans 263.
Datiscaceae 89.
Decaisnea 90.
Delphinium Consolida 308, 309.
Dematiaceen 219.
Dentaria 283.
Desmidiaceen 251, 290.

Diatomeen spec. 252, 434.
Dichostylis 317, 323.
Diclidium 322.
Dicranella cerviculata 399, 401.
Dicranum undulatum 399.
Dictyopteris polypodioides 256.
Dictyota 254—256, 287.
— *dichotoma* 291.
Dictyotaceen 256, 290, 292.
Didymium 490.
— *difforme* 492, 493, 495.
Dionaea 382.
Diplazium pubescens 117.
Diplotaxis 283.
Dipsacaceen 27, 461.
Douglastanne 229.
Draba 283.
Drimys 91.
Drimytomagnolieae 87.
Drosera 369.
Droseraceae 88.
Duranta 430.
Durio zibethinus 191, 194—196.
Duvalia 397.
Duval-Jouvea 323.

Eberesche 227, 229, 231.
Echeverien 55.
Eibe 220—222.
Eiche 38, 173, 221, 224, 225, 229, 231, 382, 475.
Eisenalgen 251.
Eisenbacterien 251.
Eisenflagellaten 251.
Elaeagnaceae 90.
Elaeagnus argentea 59.
Elaeis guineensis 170.
Elisma natans 86.
Elodea 508.
Elsbeere 220.
Empetraceae 90.
Endo-Idioblastae 283.
Enteridium 496.
— *Rozeanum* 490, 493, 495.
Ephedra 336.
Epheu 229.
Epiphylllum (6).
Equisetum 314—316.
— *arvense* 314.
— *palustre* 314.
Eranthis hiemalis 372.
Erbse 7, 11, 12.
Erle 38, 41, 221, 224, 227, 231.
Erodium cicutarium 461.
Eruca 283.
Ervum Lens 5, 331.
Erysimum 274, 282, 283.
Erythrospermum 89.
Esche 38, 40, 231.
Espe 225, 231.
Euarabis 280.
Eucalyptus globulus 372.
Eucommia 89.
Eucyperaceae 317.
Euglena gracilis 433, 436.
— *viridis* 434, 436.
Eupatorium adenophorum 56, 178, 179.
Euphorbiaceen 89, 171, 373.
Euptelea 89.
Euphrasia (6).
Evernia 498.
— *ceratea* 503.
— *furfuracea* 498, 499, 503, 504.
— *isidiophora* 503.
— *olivetorina* 503.
— *soralifera* 503.
Exo-Idioblastae 283.

Fagaceae 89.
Fagus 473.
— *silvatica* 41, 468.
Farne 169, 170, 229, 315.
Farnkräuter 92.
Faulbaum 227, 229.
Ficaria 88.
Fichte 220—227, 229—232, 500.
Ficus 431.
Flacourtiaceen 89.
Flagellaten 92, 251.
Flechten 164, 166, 170, 171, 497, 499, 502.
Forsythia viridissima 59.
Franciscea macrantha 388.
Fraxinus 44, 502.
— *excelsior* 39, 45, 465, 466.
Fucaceen 290.
Fucus 291.
Fuligo septica 495.
Fumariaceen 87, 88.
Funaria 254, 256.
— *hygrometrica* 397, 399, 400.

Galeobdolon luteum 231.
Galilea 323.
Geissolomaceae 90.
Geraniaceen 461.

Geraniales 87.
Geranium 377.
— *armenum* 377.
Gerste 9, 11, 13.
Geum 462.
Ginkgo 91.
Ginkgoaceen 346.
Gladiolus 244.
— *Lemoinei* 242, 245—247.
Glaucidium 88.
Gleditschia 430.
Gloeosporium 482.
— *Ribis* 482, 515.
Gloxinia 175.
— *hybrida* 508.
Glyceria 507.
— *aquatica* 506.
Gnetaceae 90, 345.
Goldbachia 283.
Goldfussia isophylla 56.
Gomortega 88.
Gonatopus Boivini 175.
Gramineen 10, 91, 183, 190, 505, 511, 512.
Griffithsia Schousboei 262, 263.
Grubbiaceae 90.
Gunnera 91, (15).
Gymnocladus 58.

Hacquetia Epipactis 513.
Haematococcus pluvialis 434, 438.
Hafer 9, 11.
Halorrhagidaceae 89.
Hamamelidaceae 89.
Hamamelis 89.
Harfenfichten 226, 227.
Haselnuss 38, 41.
Hedera Helix 224, 231.
Heliantheen 513.
Helianthus 131, 365, (7).
— *annuus* 6, 331, 513.
Heliophila 283.
Heliophileae 283.
Helleboreen 88, 90.
Helleborus 88.
Hemerocallis fulva (20).
Hemicarpha 319, 322, 323.
— *micrantha* 323.
— *subsquarrosa* 319.
Heracleum 513.
Hernandiaceae 88.
Herniaria glabra 310—313.
— *hirsuta* 313.
Hesperis 283.
Heterocentron diversifolium 48.
Hetero-Idioblastae 284.
Heterotropa 88.
Hexalobus 88.
Hibiscus vitifolius 105.
Hippophaë 486.
Hippuris 89.
Hollunder 57.
Hordeum sativum 183.
Hormidium flaccidum 434.
— *nitens* 434.
— *parietinum* 68.
Hornschuchia 88.
Hyacinthus orientalis (6).
Hydnoraceae 88.
Hydnum suaveolens 476—478.
Hydrastis 88.
Hydrocharis 86, 508.
Hydrocleïs 86.
Hydrocotyle vulgaris 227, 229.
Hypogymnia 498, 499.
Hypolytreen 317.
Hypolytrum 317.
Hyphomyceten 219.

Jacaranda 431.
Iberis 283, 284.
Ilex 225.
— *Aquifolium* 224, 229.
Illicieae 87.
Impatiens parviflora 508.
Isatideae 284.
Isatis 284.
Isoëtes 315.
Isopyrum 87.
Isoloma 88.
Juglandaceae 89.
Juglandeae 89.
Julianieae 89.
Juniperineen 345.
Juniperus communis 212, 214—216, 345.
— *virginiana* 345.

Kadsura 370.
— *japonica* 370.
Kartoffel 7, 482, 484.
Kerria japonica 52.
Kiefer 221, 222, 224, 225, 229, 231, 232, 500, 501.
Kigelia 428, 430, 431.
— *africana* 430.

Kirchneriella lunaris 434, 438.
Knautia arvensis 27, 403.
Kompositen 513.
Koniferen 502.
Kyllingia 317—319, 322, 323.
— *pungens* 323.

Lacistema 89.
Lactoridaceae 88.
Lactoris 91.
Langsdorffia 90.
Lärchen 500.
Lardizabaleen 86, 88, 90.
Larix 91.
— *decidua* 502.
— *europaea* 42.
Laubmoose 397.
Lauraceae 88, 294.
Laurus nobilis 294, 295, 297.
Lebermoose 397.
Lein 10—12.
Leitneria 89.
Lepidineae 282, 283.
Lepidium 283.
— *Draba* 284.
Leptobryum pyriforme 399.
Ligustrum ovalifolium 51—53, 58, 181.
— *vulgare* 51, 181.
Lilium 286, 410, 413.
— *canadense* 291.
— *Martagon* 409, 411, 415.
Limnanthemum 508, 509, 511, 512.
— *nymphaeoides* 508.
Limnanthes 90.
Linaria Cymbalaria 269.
— *genistifolia* 377.
Linden 501.
Linse 7.
Lipocarpha 316—319, 322, 323.
— *Sellowiana* 319, 321, 323.
Liriodendrum 91.
Lithophyllum oncodes 35.
Lithothamnion 32.
Loliumpilz 248.
Lonicera 272.
— *fragrantissima* 271, 272.
Loranthaceae 90.
Lunaria 283.
— *biennis* 368.
Lupinus albus 92, 103, 328, 366.
Luzula pilosa 404.
Lycogala epidendron 495.

Magnoliaceen 85—88.
Majanthemum bifolium 229, 231.
Mais 8.
Malachium aquaticum 29.
Malcolmia 283.
Malvaceen 505, 513.
Malvales 89.
Mapanieae 317.
Marasmius oreades 476.
Marattiaceen 175.
Marchantia 316.
— *polymorpha* 399, 401.
Mareya 89.
Mariscus 318, 322.
Marsiliaceen 205.
Matricaria Chamomilla 513.
Maytenus Mülleri (15).
Melampodium 368.
Melanconieae 199.
Melilotus officinalis 376.
Melobesieae 30.
Menispermaceen 86, 88.
Mentha aquatica 27.
— *arvensis* 27.
Menyanthes 509.
Mesocarpus spec. 434.
Mezia (14).
Microspira Comma 357.
Microthamnion Kützingianum 434, 438, 439.
Mimosa 382.
Mirabilis 70, 74.
— *Jalapa alba* 71—84.
— — *alba* + (*alba* + *gilva*) 77.
— — *alba* + *flava* 82.
— — *alba flavostriata* 73, 75, 78—80.
— — *alba* + *Mirabilis Jalapa gilva* 70, 73.
— — *alba* + *gilva* 74—76, 78, 80, 82.
— — *alba* + *Mirabilis longiflora typica* 83.
— — *alba* + *rubra* 83.
— — *alba rubrostriata* 73, 75, 76, 78—80.
— — *flava* 71, 73, 75, 78, 81, 82.
— — *flavostriata* 76.
— — *gilva* 71, 73—84.
— — *gilva* + (*alba* + *gilva*)] 77.
— — *gilva* + *flava* 82.
— — *gilva flavostriata* 73, 75, 76, 78—80.
— — *gilva* + *pallida* 71.
— — *gilva* + *rosea* 71.
— — *gilva roseostriata* 81.
— — *nana aurea alba* 81.
— — *pallescens* 83.
— — var. *pallida* 71.

Mirabilis Jalapa pallida + *rosea* 71.
— — *rosea* 71, 73—76, 78—80, 83.
— — *rosea rubrostriata* 73, 75, 76, 78—80.
— — *rubra* 71, 73—75, 78, 83.
— *longiflora typica* 83.
Mistel, kleinblätterige 232.
Mnium cuspidatum 397.
Molinia coerulea 43, 45.
Monilia 197—201.
— *Crataegi* 197, 199, 200.
Monimiaceae 88.
Monodera 88.
Moose 91, 164, 166, 170.
Moraceae 89.
Moricandia 283.
— *arvensis* 276, 284.
Morina 504.
Moringa 91.
Mougeotia genuflexa 252, 253.
Mucor 123—125, 216.
— *javanicus* 123—125, 217.
— *racemosus* 122—125, 217.
— *spinosus* 123.
Mulgedium albanum 513.
Musa 180.
Myagrum 284.
Mycoblastus 121, 122.
— *sanguinarius* 121, 122.
Myricaceae 89.
Myrica Gale 224.
Myristica 91.
— *paradoxa* (15).
Myristicaceae 88.
Myrothamnaceae 89.
Myxochytridinee 403.
Myxomyceten 490.
Myzodendraceae 90.

Nanella 386.
Narcissus (45).
Narthecium ossifragum 227.
Nasturtium 283.
Navicula exilissima 434.
Nelumbium 87.
Nemalion 290, 292.
Neottia nidus avis (17).
Nepentheae 88.
Nepenthes 90.
Nicotiana (45).
Nigella 88, 301.
— *arvensis* 297, 301—305, 308, 309.
Nitzschia palea 434.
Nostoc 69.
Nuphar 88, 91, 508.
Nymphaea 91.
Nymphaeaceen 86—88, 91, 488.

Ochrolechia 121, 122.
— *pallescens* 121, 122.
Oedogonium 252, 290, 291.
Oenothera 384, 385.
Oenothera albida 384.
— *biennis* 386, 387.
— — *cruciata* 386.
— *brevistylis* 382, 385.
— *cruciata* 387.
— *gigas* 385.
— *grandiflora* 385.
— *laevifolia* 382, 385.
— *Lamarckiana* 382, 383—387.
— *lata* 383, 384.
— *nanella* 383, 384, 386, 387.
— *oblonga* 383, 384.
— *rubrinervis* 383, 384.
— *scintillans* 384.
Olacaceae 90.
Oliniaceae 90.
Olpidium Brassicae 403.
— *Trifolii* 403.
Onagra 386.
Onopordon illyricum 512, 513.
Opilieae 90.
Orchideen 169, 170.
Origanum ☿ 452.
Orthoploceae 283.
Oscillaria anguina 64, 67.
— *limosa* 64, 69.
Osmunda cinnamomea 388.
— *Claytoniana* 388.
— *gracilis* 388.
— *regalis* 227, 388.
Osmundaceen 390.
Oxalis Acetosella 229, 231, 448.

Padina 254—256.
Paeonia 88.
Paeonieen 91.
Palmen 91.
Paniceen 190.
Papaver 91.
Papaveraceae 88, 90, 91.
Paramaecium bursaria 327.
Parmelia 498, 499.
— *furfuracea* subspec. *olivetorina* 499.

Parmelia parietina 434.
Parmentiera 428, 429.
— *cerifera* 430.
Parnassia 369.
— *palustris* 369.
Paronychieen 91.
Parrotia 89.
Passiflora 45, 47.
— *coerulea* 45, 46, 48
Passifloraceen 87, 90.
Pastinaca 513.
Paullinia 46.
Paulownia 50, 58, 59.
Pediastrum Boryanum 404.
Pellia 399.
— *epiphylla* 399.
Peltaria 283.
Peltigera 434.
Penaeaceae 90.
Penicillium 216.
Pennisetum 402, 403.
— *spicatum* 401.
Pentstemon (46).
Peperomia magnoliaefolia 297.
— *rubella* 48.
Peronospora violacea 403.
Perezia multiflora 369.
Pertusaria 121, 122.
— *communis* 206
— *De Baryana* 122
Petrocallis 283.
Petrocelis cruenta J. Ag. 34.
Peyssonelia 31, 34.
— *Dubyi* 34.
— *rubra* 34.
Pfeffer 428.
Phalaris 506, 511.
— *brachystachya* 506.
— *canariensis* 183.
Phaseolus 134.
— *vulgaris* 103.
Phellomyces 218—220.
— *sclerotiophorus* 218—220.
Phoenix dactylifera (19).
Phycomyces 330—332.
— *nitens* 6, 329—331.
Physareen 490.
Physcomitrium pyriforme 399.
Phytophthora 482.
Picea excelsa 42, 220, 229, 501, 502.
Pilze 432, 440, 514.
Pinguicula 382.
Pinus 212, 339, 345.
— *Cembra* 502.
— *montana* 42, 502.
— *silvestris* 212, 215, 500, 502.
Piper 91.
Piperaceen 86, 89, 294, 297.
Piriqueta racemosa 90.
Pisum sativum 7, 103, 326, 328, 406—408 415.
Plagiobryum Zierii 399.
Plantago lanceolata 507.
Plasmopara 482.
Platanus 89, 174.
— *occidentalis* 471, 472.
Platylepis 316, 317, 319—323.
— *leucocephala* 319, 323.
— *xanthocephala* 320.
Platylobeae 283, 284.
Plaxonema oscillans (20).
Plectonema radiosum 64, 69.
Pleurococcus vulgaris 434.
Pleuroploceae 283.
Plumbaginaceen 91.
Poa annua 511.
Podophylleae 88.
Podostemaceae 88.
Poinsettia pulcherrima 373—375.
Poliothyrsis 89.
Polycarpicae 87.
Polycoccus punctiformis 434.
Polygonaceen 91.
Polypodiaceen 169.
Polypodium vulgare 229, 231.
Polystrata 30, 34, 35.
— *dura* 35.
— — forma *fusca* 32, 35, 36.
— — forma *nigra* 31, 35.
Polytrichum commune 397, 399.
— *juniperinum* 399.
— *strictum* 399.
Pomaceen 201.
Populus 41.
— *fastigiata* 463, 472.
— *nigra* 59.
— *tremula* 105, 111, 468.
Preisselbeere 232.
Preissia 397.
Primula elatior (46).
Prosopanche 90.
Proteaceae 89.
Protococcus botryoides 434, 438.
Prunus Padus 200.

Pseudarabis 279, 280.
Pseudevernia 498, 499, 501.
— *ceratea* 498, 501. 503.
— *ericetorum* 498.
— *furfuracea* 498, 499, 501—503.
— *isidiophora* 498, 501, 503.
— *olivetorina* 498, 499, 501 - 504.
— *soralifera* 498, 501.
Pteris aquilina 229, 231.
— *arguta* 117.
Pulsatilla 87.
Pycreus 322.
Pyramidenpappeln 174, 473.
Pyrus 371.
— *salicifolia* 371, 372.

Quercus pedunculata 41, 469, 470.

Rafflesiaceae 88.
Ranales 88, 91.
Ranunculaceae 86—88, 308, 309.
Ranunculus 88, 309.
— *parnassifolius* 87.
Raphaneae 283.
Raphanus 283.
— *sativus* 276.
Raphidium Braunii 434, 438, 439.
— *minutum* 434, 438.
— *polymorphum* 434, 438, 439.
Rapistrum 283.
Reboulia 399.
— *hemisphaerica* 399.
Reseda odorata 403.
Resedaceen 90, 279.
Reticularia 490, 492—496.
— *Lycoperdon* 490.
Rhamnus Frangula 224.
Rhododendron 505.
Rhoeadalen 91.
Rhopalodia gibba 291.
Rhynchosporideen 317.
Ricinus 240, 507.
Rivulariaceen 64.
Robinia Pseudacacia 39, 467.
Roggen 509.
Romneya 88.
Roriduleae 88.
Rosskastanie 41, 174.
Rotbuche 225, 231, 273.
Rottanne 220, 221.
Rubus 28, 372, 373.
— *australis* 372, 373.
Rudbeckia laciniata 513.
Ruellia formosa 105—113.
Rumex acetosa 507.
Ruscus 369.
— *aculeatus* 369.
— *Hypoglossum* 369.

Sagittaria 86.
Salicineen 89.
Salix 45, 52, 53.
— *aurita* 224.
— *caprea* 41, 44.
Salvinia 314, 315.
Sambucus 58.
— *nigra* 53, 55, 57.
Santalaceae 90.
Santalales 89.
Saponaria officinalis 404.
Sarraceniaceae 88.
Satureia 453—455.
— *hortensis* 452, 454, 455, 458, 461, 463.
Saurureae 89.
Saxifragaceen 378.
Scabiosa 27, 461.
Scenedesmus 436.
— *acutus* 434, 436, 438, 439.
— *obtusus* 434, 438, 439.
— *quadricauda* 434, 438, 439.
Schivereckia 283.
Schizandracee 370.
Schizandreen 86, 87.
Schizogonium parietinum 68.
Schizophragma hydrangeoides 368.
Schwackea (14).
Schwarzerle 473.
Schwarzpappeln 231.
Schwefelbakterien 253.
Scilla sibirica 343.
Scirpeae 317.
Scirpoideen 317.
Scirpo-Schoeneae 317.
Scirpus lacustris 507.
Scleranthus perennis 310.
Sclerotinia 197, 201.
— *Aucupariae* 202.
— *cinerea* 201.
— *Crataegi* 197, 201, 202.
— *Cydoniae* 201.
— *fructigena* 201.
— *laxa* 201.
— *Ledi* 202.
— *Padi* 199, 202.

Sclerotiana Vaccinii 198.
Scoparia 263, 264.
Scytanthus 90.
Scytonema myochrous 69.
Secale 507.
— *Cereale* 183, 188, 506, (20).
Sedum 369, (17).
Selaginella 92, 449, 450, (5).
— *Martensii* 441, 447, 448, 450, 451.
Selaginellaceen 205.
Senebiera 283.
Sequoia 212. 215.
— *sempervirens* 215.
Sequoiaceae 215.
Sesleria varia 506.
Sicyos 46.
Silene 454.
— *inflata* 452, 459, 461, 463.
Silphium spec. 513.
Sinapis 283.
— *alba* 276, 376.
Sisymbrieae 282, 283.
Sisymbrium 283.
Smilax 46.
Solanum (45).
Sorbus 502.
Sorghum vulgare 511.
Spathodea 431, 432.
— *campanulata* 431.
Sphagnaceen 224. 227.
Sphagnum 401.
— spec. 399.
Sphyranthera 89.
Spiraea chinensis speciosa 52.
— *Reevesiana* 52, 53.
Spirillum 156.
— *undula* 350.
Spirogyra 252, 290, 344, 408, (20).
Spirostomum ambiguum 409.
Spondylocladium 219.
— *atrovirens* 219, 220.
Sporolithon 30.
Squamariaceen 30, (34).
Stachyuraceae 89.
Stachyurus 89.
Stellaria graminea 29.
Stemoniteen 490.
Stemonitis 495.
— *ferruginea* 495, 496.
— *flaccida* 493, 495.
— *fusca* 495.
— *Smithii* 495.
Sterculiaceen 88, 89.
Stichococcus? 434, 436.
— *bacillaris* 434, 438, 439.
— *minor* 434.
— *mirabilis* 434, 436.
Stieleiche 473.
Stigeoclonium spec. 434.
— *tenue* var. *irregularis* 434.
Strychnos nux vomica (18), (45).
Stylobasium 89.
Stylocereae 89.
Succowia 283.
Surirella 291.
Symphoricarpus spec. 52.

Tabak 415—418.
Taxaceen 346.
Taxineen 345.
Taxodium 215.
Taxus 345.
Teesdalia 283.
Terminalia Catappa 167.
Testudinaria elephantipes 487.
Tetracentrum 87, 89.
Tetrameleen 89.
Tetrastylidium (15).
Thelygonum Cynocrambe 269.
Thladiantha dubia 46.
Thlaspi 283.
Thlaspideae 282, 283.
Thymelaeaceae 90.
Thymelaeineae 89.
Thymus ♀ 452.
Tilia 502.
— *parvifolia* 469.
Tiliaceen 89.
Todea barbara 388.
— *rivularis* 388.
Tolmiaea Menziesii 378.
Tolpis barbata 513.
Tolypothrix penicillata 63—66.
Torulinium 322.
Trachelomonaden 251, 253.
Tradescantia 381, 408.
— *guianensis* 108.
Trematodon ambiguus 399.
Trichien 490.
Trichia varia 495.
Trifolium rubens 376.
Tripsacum dactyloides 511.
Triticum 413.
— *vulgare* 183, (20).

Trochodendrum 87, 89.
Trollius 87, 88.
Tropaeolum 90, 508.
Tsuga canadensis 215.
Tubifloren 87, 90.
Turneraceen 90.
Turritella 279, 280.
Turritis 278, 280—283.
— *falcata* 278, 284.
— *glabra* 278.
— *stricta* 278.
Typha 512.

Ulmaceae 89.
Ulmus 502.
Ulva Lactuca 258.
Umbellifloren 87.
Umbelliferen 505, 513.
Urtica 512.
Urticaceae 89, 294.
Ustilago antherarum 404.
— *Hordei* 249, 250.
— *Luzulae* 404.

Vaccinien 201.
Vaccinium Myrtillus 224. 229, 231.
— *Oxycoccos* 224.
— *Vitis Idaea* 231.
Valeriana 27.
— *officinalis* 27.
Vanilla 170, 428.
Vaucheria 352.
Vella 283.
Velleae 283.
Venidium calendulaceum 513.
Verbena erinoides 378.
Vesicaria 283.
Viburnum Lantana 52.
Vicia 104.
— *Faba* 104, 114, 243, 244, 324—326, 328, 329, 365, 404, 406—408, 415.
— *narbonensis* (18).
— *sativa* 4, 331, 332, 366.
Viola palustris 227, 231.
Viscum album 41.
Vitis 39, 42.
— *vinifera* 38, 39, 42, 46.
Volvocineen 92.
Volvox globator 2.
Vorticella 156, 157.
Vibrio Finkleri 351.

Wacholder 221, 226.
Webera nutans 399.
Weinstock 482, 483.
Weissbuche 231, 473.
Weissdorn 231.
Westella botryoides 434, 438, 439.
Wicke 7, 11, 12.

Zamia 345.
— *floridana* 345.
Zea 511.
— *Mays* 92, 185, 366, 511.
Zizania aquatica 511.

Mitgliederliste.

(Abgeschlossen am 28. Februar 1906).

Ehrenmitglieder.

Bornet, Dr. **E.**, Mitglied des Institut de France in **Paris**, Quai de la Tournelle 27. Erwählt am 17. September 1884.

Famintzin, A., emer. Professor der Botanik, Mitglied der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in **St. Petersburg.** Erwählt am 1. Dezember 1903.

Hansen, Dr. **Emil Christian,** Professor und Direktor der physiologischen Abteilung des Carlsberg Laboratoriums in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1901.

Hooker, Sir **Jos.**, in **The Camp, Sunningdale,** Berkshire. Erwählt am 17. September 1883.

Treub, Dr. **Melchior,** Direktor des botanischen Gartens in **Buitenzorg** (Java). Erwählt am 24. September 1891.

de Vries, Dr. **Hugo,** Professor der Botanik an der Universität in **Amsterdam,** Parklaan 9. Erwählt am 24. September 1891.

Warming, Dr. **Eugen,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Kopenhagen.** Erwählt am 24. September 1891.

Korrespondierende Mitglieder.

Balfour, J. Bailey, Professor der Botanik an der Universität in **Edinburg.**

Beccari, Odoardo, vordem Direktor des botanischen Gartens und botan. Museums in Florenz, z. Z. in Baudino bei **Florenz,** Villa Beccari.

Bonnier, Dr. **Gaston,** Mitglied des Institut de France, Professor der Botanik an der Universität in **Paris.**

Bower, F. O., Professor der Botanik an der Universität in **Glasgow,** 1. Hillhead, St. Johns Terrace.

Christ, Dr. **Hermann,** Oberlandesgerichtsrat in **Basel,** St. Jacobstr. 9.

Darwin, Francis, M. B., F. R. S., F. L. S., in **London, W.** 30 Kensington Square.

Ellis, Mykologe in **Newfield,** N. Y. (Vereinigte Staaten).

Farlow, Dr. **W. G.,** Professor der Botanik an der Universität **Cambridge,** Mass. (Vereinigte Staaten).

Grunow, Albert, Chemiker in **Berndorf** in Nieder-Österreich.

Guignard, Dr. **Léon,** Professor der Botanik an der Ecole supérieure de pharmacie, Mitglied des Institut de France, in **Paris,** 1 rue des Feuillantines.

Henriques, Dr. **J. A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Coimbra** (Portugal).

King, Sir **George,** vordem Direktor des botanischen Gartens in Calcutta, in **London.**

Kjellman, Dr. **G. R.,** Professor der Botanik an der Universität in **Upsala.**

Nathorst, Dr. **Alfred G.,** Professor und Direktor des phytopaläontologischen Museums, Mitglied der kgl. schwed. Akademie der Wissenschaften, in **Stockholm.**

Nawashin, Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Kiew.**

Oliver, Daniel, Professor der Botanik, Mitglied der Royal Society, in **Kew** bei **London.**

Oudemans, Dr. **C. A. J. A.,** emeritierter Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Redakteur des „Nederlandsch kruidkundig Archief“ in **Amsterdam.**

Prain, Dr. **David,** Direktor der botanischen Gärten in **Kew** bei London.

Rostrup, E., Lector an der Landbauhochschule in **Kopenhagen.**

Saccardo, Dr. **P. A.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Padua.**

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (Vereinigte Staaten), 7 Scott Str.

Van Tieghem, Ph., Professor der Botanik, Mitglied des Institut de France in **Paris,** 16 rue Vauquelin.

Ward, Marshall H., D. Sc., F. R. S., Professor der Botanik an der Universität in **Cambridge,** 11 Cranmer Road (England).

Wittrock, Dr. **V. B.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Museums, Mitglied der königl. Akademie der Wissenschaften in **Stockholm.**

Mitglieder[1].

Abromeit, Dr. **Johannes**, Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am botan. Garten in **Königsberg i. Pr.**, Kopernikusstr. 10 A.

Aderhold, Dr. **Rudolf**, Geh. Regierungsrat, Direktor der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** bei Berlin, Königin Luisenstr.

Allen, Charles E., Assistant Professor of Botany in the University of **Wisconsin** (U. St. A.).

Ambronn, Dr. **H.**, Professor an der Universität und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der optischen Werkstätte von CARL ZEISS in **Jena**, Saalbahnstr. 38.

Anderson, Dr. **Alexander P.**, Railway Exchange Building, American Cereal Co., in **Chicago**, Ill. (U. S. A.).

Andrée, Ad., Apothekenbesitzer in **Hannover**, Schiffgraben 36.

Appel, Dr. **Otto**, Regierungsrat, Biologische Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in **Dahlem** bei Berlin, Königin Luisenstr.

Arcangeli, Dr. **Giov.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Pisa**.

Areschoug, Dr. **F. W. C.**, ehemaliger Professor der Botanik an der Universität Lund, Mitglied der Akademie der Wissenschaften in Stockholm, in **Lund** (Schweden).

Arnim-Schlagenthin, Graf von, auf **Nassenheide** in Pommern, Station der Kleinbahn Stoeven-Stolzenburg.

Arnoldi, Dr. **Wladimir**, Professor der Botanik an der Universität in **Charkow**, Botanischer Universitätsgarten, Klotschkowskaja 52.

Ascherson, Dr. **P.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.**, Bülowstr. 50, pt.

Bachmann, Dr. **E.**, Professor, Oberlehrer am Realgymnasium in **Plauen** im Voigtlande, Leissnerstr. 1.

Bachmann, Dr. **Hans**, Professor in **Luzern**.

Ball, Dr. **O. Melville**, Professor in charge, Botanist to the Department of Botany and Mycology, in **College Station**, Texas (U. S. A.).

Baesecke, P., Apotheker in **Marburg a. d. Lahn**, Am Rudolfsplatz 3.

Barnêwitz, A., Professor am VON SALDERN'schen Realgymnasium in **Brandenburg a. H.**, Havelstr. 14, II.

Bartke, R., Oberlehrer an der städtischen Realschule in **Cottbus**, Turnstrasse 7, pt.

---

[1] Die ausserordentlichen Mitglieder sind mit einem * bezeichnet.

Baur, Dr. **Erwin,** Privatdozent für Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Berlin NW.,** Dorotheenstr. 5.

Beck, Dr. **Günther,** Ritter **von Mannagetta,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der deutschen Universität, in **Prag** II, Weinberggasse 1965.

Becker, H., Dr. med. in **Grahamstown** (Südafrika), Die Duveneck.

Beckmann, Paul, stud. rer. nat. in **Schöneberg** bei Berlin, Erdmannstr. 9.

***Behrens,** Dr. **Joh.,** Professor, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchsanstalt **Augustenberg** bei **Grötzingen** (Baden).

Belajeff, Dr. **W.,** Kurator der Volksaufklärung zu **Kiew,** Nowonikolajewska 9 (Russland).

Benecke, Dr. **W.,** Professor, Privatdozent der Botanik, Botanisches Institut in **Kiel,** Bergstr. 27.

Bertel, Dr. **Rudolf,** Professor an der Deutschen Staatsrealschule in **Pilsen.**

Berthold, Dr. **G.,** Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes in **Göttingen.**

Bessey, Ernst A., B. Sc., M. A., Pathologist in Charge, in **Miami** (Florida), Subtropical Laboratory.

***Beyer, R.,** Professor, Oberlehrer in **Berlin O.,** Raupachstr. 13, I.

Bitter, Dr. **Georg,** Direktor des botanischen Gartens in **Bremen.**

Blasius, Dr. **Wilhelm,** Geh. Hofrat, Professor und Direktor des botanischen Gartens und des naturhistorischen Museums in **Braunschweig,** Gaussstr. 17.

Blumentritt, Fritz, Gymnasialprofessor in **Budweis.**

Boergesen, Fr., mag. sc., Bibliothekar am botanischen Museum in **Kopenhagen,** Rosenvængets hovedvej 19.

Bohlin, Dr. **Knut,** Lektor, Privatdozent der Botanik an der Universität, in **Stockholm,** Asögatan 81.

Borzì, A., Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und des pflanzenphysiologischen Instituts der Universität in **Palermo.**

Brand, Dr. **Friedrich,** in **München,** Liebigstr. 3.

Brandes, W., Apotheker in **Hannover,** Prinzenstr. 12a.

Brandis, Sir **Dietrich,** Professor in Bonn, Kaiserstr. 20, z. Z. **Capel,** Kew, England, Botan. Garten.

Braungart, Dr. **R.,** Professor in **München,** Fürstenstr. 18, I.

Brendel, R., Fabrikant botanischer Modelle in **Grunewald** bei Berlin, Bismarck-Allee 37.

Brick, Dr. **C.,** Assistent am Botanischen Museum, Leiter der Station für Pflanzenschutz in **Hamburg** V, St. Georgskirchhof 6, I.

Briosi, Dr. **Giovanni,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Laboratorio crittogamico in **Pavia.** (Italien.)

Bruck, Dr. **Werner,** Assistent am botanischen Institut der Universität in **Giessen,** Grüneberger Str. 17.

Brunnthaler, Josef, in **Wien IV, 2,** Johann-Straussgasse 11.

Bubák, Dr. **Franz,** Professor der Botanik und der Pflanzenkrankheiten an der landwirtschaftlichen Akademie in **Tábor** (Böhmen).

Bücher, Hermann, stud. rer. nat. in **Leipzig,** Gustav-Adolfstr. 3.

Bucherer, Dr. **Emil,** in **Basel,** Jurastr. 54.

Buchwald, Dr. **Johannes,** Assistent an der Müllerei-Versuchsanstalt der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.,** Würzburger Strasse 14.

Burchard, Dr. **O.,** Vorstand der agrikulturbotanischen Versuchsstation und Samenprüfungsanstalt in **Hamburg,** 17., Magdalenenstr. 22. z. Z. in **Puerto de Orotava,** La Paz Botanica, Teneriffa, Canarische Inseln.

Burgerstein, Dr. **Alfred,** ausserordentlicher Professor der Botanik an der Universität in **Wien** II, Taborstr. 75.

Burtt, Dr. **A. H.,** Director of the Botanical Laboratory and Scientific Department in **York** (England). Adresse: **J. Backhouse** and Son, **London,** The Nurseries. York.

Buscalioni, Dr. **Luigi.** Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Catania** (Sicilien).

Büsgen, Dr. **M.,** Professor der Botanik an der Forstakademie in **Hann. Münden,** Bismarckstr. 606a.

Busse, Dr. **Walter,** Regierungsrat, Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, in **Wilmersdorf** bei Berlin, Wilhelmsaue 16.

Campbell, Dr. **Douglas H.,** Professor der Botanik an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto,** Kalifornien (Ver. Staaten).

Cavara, Dr. **Fridiano,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Neapel,** Reale Orto botanico.

Cavet, Dr. **Louis,** Königlicher Garteninspektor in **Wiesbaden,** Parkstr. 42.

Čelakovský, Dr. **Ladislav,** honor. Dozent der Botanik an der böhmischen technischen Hochschule in **Prag,** Kgl. Weinberge, Kollárova ulice 17.

Chamberlain, Dr. **Charles,** Associate in Botany, in **Chicago** (U. S. A.), University.

Chodat, Dr., Professor der Botanik an der Universität in **Genf.**

Claussen, Dr. **Peter,** Assistent am pharmakognostischen Institut der Universität in **Freiburg i. B.,** Schillerstr. 6.

Colling, Dr. **J. F.,** in **Neunkirchen** (Bezirk Trier).

Conwentz, Dr. **H.,** Professor, Direktor des Westpreussischen Provinzial-Museums in **Danzig.**

Correns, Dr. **Carl E.,** Professor der Botanik in **Leipzig,** Talstr. 6, III.

Czapek, Dr. **Friedrich,** Professor der Botanik an der Universität in **Czernowitz** (Österreich).

***Dalla Torre,** Professor Dr. **von,** in **Innsbruck,** Claudiastr. 6, II.

Dalmer, Dr. **Moritz,** Gymnasialoberlehrer in **Tannenfeld** bei Möbdenitz (Sachsen-Altenburg).

Damm, Dr. **Otto,** städtischer Lehrer in **Charlottenburg,** Rückerstrasse 6.

Darbishire, Dr. **O. V.,** in **Manchester** (England), Owens College.

Davis, Dr. **Bradley Moore,** Associate-Professor an der Universität in **Chicago,** Ill. (U. S. A.), Botanical Laboratory, University.

Detmer, Dr. **W.,** Professor der Botanik an der Universität in **Jena,** Gartenstr. 2.

Derschau, Dr. **Max von,** in **Auerbach** an der Bergstrasse (Hessen).

Diels, Dr. **L.,** Privatdozent der Botanik an der Universität, Assistent am kgl. botan. Museum, in **Berlin W.,** Kleiststr. 21.

***Dietel,** Dr. **P.,** Oberlehrer in **Glauchau,** Turnerstr. 19.

Dingler, Dr. **Hermann,** Professor der Botanik an der forstlichen Hochschule in **Aschaffenburg** (Bayern).

Dohrn, Dr. **A.,** Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor der zoologischen Station in **Neapel.**

Drude, Dr. **Oskar,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des botanischen Gartens in **Dresden,** Botanischer Garten.

Duggar, Dr. **M. Benjamin,** Professor der Botanik an der Missouri-Universität in **Columbia** Mo. (U. S. A.).

Dusén, Dr. **P.,** in **Berg** bei Vreta Kloster, Östergotland in Schweden.

Eberdt, Dr. **Oskar,** Kustos und Bibliotheksvorstand an der Geologischen Landesanstalt zu Berlin, **Grunewald** bei Berlin, Königsallee 1a.

***Ebermayer,** Dr. **E.,** Geh. Hofrat, Professor in **München.**

Edwall, Dr. **Gustavo,** in **São Paulo,** E. U. do Brasil, Commissão Geographica e Geologica.

Engler, Dr. **A.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens und Museums, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Dahlem** bei Berlin, Neuer botanischer Garten, Altensteinstr. 4.

Ernst, Dr. **Alfred,** Professor der Botanik und Direktor des botanisch-physiologischen Laboratoriums der Universität in **Zürich** IV, Sonneggstrasse 61.

Escombe, Fergusson, Professor am South Eastern Agricultural College in **Wye,** Kent, England.

Esser, P. **HJ.** (S. V. D.), Lehrer der Anatomie und Physiologie der Pflanzen in **St. Gabriel** bei Mödling-Wien.

Esser, Dr. **P.,** Direktor des Botanischen Gartens in **Cöln.**

Ewert, Dr., Lehrer der Botanik und Leiter der botanischen Abteilung der Versuchsstation des pomologischen Instituts in **Proskau** (Oberschlesien).

Faber, Dr. **F. C. von,** Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in Dahlem, **Berlin W.,** Bülowstr. 65.

Fabricius, Dr. **Ludwig,** Assistent der Botanik an der forstlichen Versuchsanstalt in **München.**

Falkenberg, Dr. **Paul,** Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Rostock.**

Farmer, J. B., M. A., Professor der Botanik in **London W.,** Claremont House, Wimbledon Common.

Fedde, Dr. **Friedrich,** Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Weimarische Strasse 3.

Fedtschenko, Boris von, Oberbotaniker am botanischen Garten in **St. Petersburg.**

Figdor, Dr. **W.,** Privatdozent an der Universität in **Wien** III, Beatrixgasse 27.

Fischer, Dr. **Alfred,** Professor der Botanik in **Basel,** Botanischer Garten.

Fischer, Dr. **Ed.,** Professor der Botanik in **Bern,** Rabbenthalstr. 79.

Fischer, Dr. **Hugo,** Vorsteher der bakteriologischen Abteilung an der agrikultur-chemischen Versuchsstation in Berlin, in **Charlottenburg,** Marchstr. 15.

Fischer von Waldheim, Dr. **Alexander,** kais. russischer Geheimer Rat, Exzellenz, emerit. ordentl. Professor der Botanik, Direktor des kaiserlichen botanischen Gartens in **St. Petersburg.**

Fitting, Dr. **Hans,** Privatdozent und Assistent am botanischen Institut in **Tübingen,** Lisztstrasse 14, II.

Flahault, Dr. **Charles,** Professeur de l'Université, Directeur de l'Institut de Botanique in **Montpellier.**

Focke, Dr. **W. O.,** in **Bremen,** Beim Steinernen Kreuz 5.

Forti, Dr. **Achille,** in **Verona,** Via S. Eufemia.

Foslie, M., Direktor der botanischen Abteilung des Museums in **Trondhjem** in Norwegen.

Fritsch, Dr. **Karl,** Professor der Botanik und Vorstand des botanischen Laboratoriums an der Universität in **Graz** (Steiermark), Alberstr. 19.

Fritsch, Dr. **E. F.,** in **London,** W. C., Gower Street, Botanical Department, University College.

Fuchs, Dr. **Coelestin Anton,** Professor, Pater am Gymnasium in **Komotau** (Böhmen).

Fünfstück, Dr. **Moritz,** Professor der Botanik an der Technischen Hochschule in **Stuttgart,** Ameisenbergstr. 7.

Fürnrohr, Dr. **Heinrich,** Hofrat, Vorstand der botanischen Gesellschaft in **Regensburg.**

Fujii, Dr. **K.,** Professor der Botanik in **Tokio,** Botanisches Institut der Universität. Botanischer Garten.

Fynn, Dr. **Enrique,** Professor der Chemie an der Universität und Direktor der landwirtschaftlichen Abteilung des argentinischen Ministeriums in **Buenos Aires.**

Gaidukov, N., z. Z. in **Jena,** Neugasse 12.
Gardiner, Walter, M. A. Chane College in **Cambridge** (England), St. Andreys. Hill Road.
***Geheeb, A.,** in **Freiburg i. Br.,** Basler Str. 32, I.
Geisenheyner, L., Gymnasialoberlehrer in **Kreuznach.**
Gibson, Dr. **R. J. Harvey,** Professor der Botanik in **Liverpool,** Botanisches Institut, University College.
Giesenhagen, Dr. **Karl,** Professor der Botanik, in **München,** Karlstr. 29, I.
Giessler, Dr. **Rudolf,** Kustos am botan. Institut in **Leipzig,** Sidonienstr. 19.
Gilg, Dr. **Ernst,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Kustos am botan. Museum, in **Steglitz** bei Berlin, Arndtstr. 33.
Gjurašin, Dr. **Stjepan,** Professor am Mädchenlyceum in **Agram** (Croatien).
Glück, Dr. **Hugo,** Professor der Botanik in **Heidelberg,** Brückenstr. 18, I.
Gobi, Dr. **Chr.,** Professor der Botanik an der Universität in **St. Petersburg,** Wassilii Ostrow, 9. Linie, 46, Qu. 34.
Goebel, Dr. **K.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, sowie des pflanzenphysiologischen Institutes in **München,** Luisenstr. 21, II.
Goethart, Dr. **J. W. Chr.,** Konservator am Reichsherbarium in **Leiden** (Niederlande), Rijn-Schickade 78.
Goodale, Dr. **George Lincoln,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.).
Graebner, Dr. **P.,** Kustos am botanischen Garten in Dahlem, in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Victoriastr. 8.
Grafe, Dr. **Victor,** in **Wien,** I., Reichsratstr. 29.
Gran, Dr. **H.,** Professor der Botanik an der Universität in **Christiania,** Botanisches Institut.
Grosser, Dr. **Wilhelm,** Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsstation in **Breslau** X, Matthiasplatz 1.
Grüss, Dr. **J.,** Professor, Oberlehrer, in **Treptow** bei Berlin, Am Karpfenteich No. 1, Ecke Köpenicker Landstrasse.
Gürke, Dr. **M.,** Professor, Kustos am botan. Museum zu Berlin, Herausgeber der Monatsschrift für Kakteenkunde, in **Steglitz** bei Berlin, Rothenburgstr. 30, II.
Gürtler, Dr. **Friedrich,** in **Fraustadt** (Provinz Posen).
Guttenberg, Dr. **Hermann Ritter von,** Assistent am botanischen Institut der Universität in **Graz** (Steiermark).

Haacke, Dr. **Otto,** Realgymnasialoberlehrer in **Plauen i. V.,** Streits Berg.
Haberlandt, Dr. **G.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Graz,** Elisabethstr. 18.
Hallier, Dr. **Hans,** Assistent am Hamburgischen Botanischen Museum und am Botanischen Laboratorium für Warenkunde in **Hamburg** 24, Hohenfelder Strasse 17 I.

Hämmerle, Dr. **J.**, Oberlehrer an der höheren Staatsschule in **Döse** bei Cuxhaven, Strichweg 29b.

Hanausek, Dr. **T. F.**, Professor, Gymnasialdirektor in **Krems** an der Donau.

Hannig, Dr. **E.**, Privatdozent der Botanik, Assistent am botanischen Institut der Universität in **Strassburg i. Els.**, Botanisches Institut.

Hansen, Dr. **Adolf**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Giessen.**

Harms, Dr. **H.**, wissenschaftlicher Beamter der königlichen Akademie der Wissenschaften, in **Schöneberg**-Berlin, Erdmannstr. 3.

Harper, **R. A.**, Professor an der Universität in **Madison**, Wisc. (U. S. A.), 423 N. Carroll Street.

Hartwich, Dr. **C.**, Professor der Pharmakognosie am Polytechnikum in **Zürich.**

Haupt, Dr. **Hugo**, in **Bautzen**, Georgstr. 13.

Hausrath, Dr. **Hans**, Professor an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe**, Kaiserstr. 12.

Hecke, Dr. **Ludwig**, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** III, Hauptstr. 96.

Heering, Dr. **W.**, in **Altona**, Waterloostr. 14, I.

Hegelmaier, Dr. **Fr.**, emerit. Professor der Botanik in **Tübingen**, Olgastr. 5.

Hegi, Dr. **Gustav**, Kustos am Botanischen Garten in **München.**

Heinricher, Dr. **E.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens der Universität in **Innsbruck.**

Heinsius, Dr. **H. W.**, in **Amsterdam**, Vondelkerkstraat 10.

Hering, Dr. **Georg**, in **Leipzig**, Schletterstr. 24.

Herpell, **Gustav**, in **St. Goar.**

Herrmann, **E.**, Königl. Oberförster in **Wirthy** bei Bordzichow in Westpr.

Hesse, Dr. **Rud.**, Direktor der landwirtschaftlichen Winterschule in **Marburg i. H.**, Barfüsserthor 26.

Hesselmann, Dr. **H.**, Dozent an der Universität in **Stockholm**, Högskola.

Heukels, **H.**, Lehrer an der Realschule in **Amsterdam**, Weesperzijde 81.

Heydrich, **F.**, Rentner in **Wiesbaden**, Martinstr. 12.

Hieronymus, Dr. **Georg**, Professor, Kustos am botanischen Museum zu Berlin, in **Schöneberg** bei Berlin, Hauptstr. 141.

Hildebrand, Dr. **F.**, Geh. Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Freiburg** in Baden.

Hillmann, Dr. **P.**, Vorstand der Saatzuchtabteilung der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in **Berlin SW. 11**, Dessauer Strasse 14.

Hiltner, Dr., Regierungsrat, Direktor der agrikulturbotanischen Versuchsanstalt **München-Schwabing**, Osterwaldstrasse. 9.

Hinneberg, Dr. **P.**, in **Altona-Ottensen**, Flottbeker Chaussee 29.

Hinze, Dr. **G.**, in **Zerbst**, Breitestr. 56a.

Hobein, Dr. **M.**, Chemiker in **München**, Gabelsbergerstr. 76a.

Höck, Dr. **Fernando**, Professor am Realgymnasium in **Perleberg**, Pritzwalker Strasse 55.

***Hoffmann**, Dr. **Ferd.**, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Spandauer Strasse 6.

Hoffmeister, Dr. **Camill**, Leiter der Versuchsstation für Flachsindustrie in **Trautenau**.

Höhnel, Dr. **Fr.**, Ritter **von**, Professor an der technischen Hochschule in **Wien** IV, Karlsplatz 13.

Hollrung, Dr. **M.**, Professor, in **Halle a. S.**, Martinsberg 8, III.

Holtermann, Dr. **Carl**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin NW.**, Dorotheenstr. 5.

***Horn**, **Paul**, Apotheker in **Waren** (Mecklenburg).

Hosseus, Dr. **Kurt**, z. Z. auf Reisen. Sendungen an Herrn LUDWIG HOSSEUS, **Bad Reichenhall**.

Hunger, Dr. **F. W. T.**, **Utrecht** (Holland), Willem Barentzstraat 87.

Iltis, Dr. **Hugo**, in **Prag** II, Weinberggasse 3a.

Jaap, **O.**, Lehrer in **Hamburg 25**, Burggarten 1.

Jahn, Dr. **Eduard**, Oberlehrer in **Charlottenburg**, Holtzendorffstr. 17.

Japp, **R. H.**, Professor am University College of Wales in **Aberystwyth**.

Jensen, **Hjalmar**, in **Buitenzorg** auf Java, 's Lands Plantentuin.

Johannsen, Dr. **W.**, Professor der Pflanzenphysiologie an der Universität in **Kopenhagen**, Botanischer Garten.

Johnson, Dr. **T.**, F. L. S., Professor der Botanik am Royal College of Science und Kustos der botanischen Sammlungen des Nationalmuseums in **Dublin**.

Jones, **Charles E.**, B. Sc., Royal College of Science, South Kensington, **London SW.**, Imperial Institute.

Jongmans, Dr. **Wilhelm**, in **Leiden** (Holland), Breetstraat 137. Institut.

Jönsson, Dr. **Bengt**, Professor der Botanik und Direktor des morphologisch-biologischen Museums in **Lund** (Schweden).

Jost, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik in **Strassburg i. Els.**, Ruprechtsau, Adlergasse 12.

Issatschenko, **Boris**, Privatdozent an der Universität, Vorsteher der Samenprüfungsstation in **St. Petersburg**, Apotekarskii Prospekt 14.

***Istvánffi**, Dr. **Gyula von** (**Schaarschmid**, **J.**), Direktor der ungarischen ampelologischen Centralanstalt, in **Budapest** II, Törökvész, Debröi út 13.

Kabát, **Jos. Em.**, emeritierter Zuckerfabrikdirektor in **Turnau** 544 (Böhmen).

Kamerling, Dr. **Z.**, in **Pekalongu** (Java).

Kamberský, Dr. **O.**, Vorstand der landwirtschaftlichen Versuchs- und Samenkontrollstation in **Troppau**.

Kaphahn, Dr., Assistent am botanischen Institut der Technischen Hochschule in **Aachen**, Vincenzstr. 7.

Karsten, Dr. **George**, Professor der Botanik an der Universität in **Bonn**, Arndtstr. 20.

Katitsh, Danilo, Professor, Gymnasialoberlehrer in **Kragujewatz** (Serbien).

Kegel, Dr. **Werner**, in **Gera**, Schillerstr. 23.

Keller, Dr. **Robert**, Rektor in **Winterthur**, Frollstr. 32 (Schweiz).

Kienitz-Gerloff, Dr. **F.**, Professor in **Weilburg**, Reg.-Bez. Wiesbaden.

Kirchner, Dr. **O.**, Professor der Botanik an der landwirtschaftlichen Hochschule in **Hohenheim** bei Stuttgart.

Klebahn, Dr. **H.**, Professor, in **Hamburg** 30, Hoheluftchaussee 124.

Klebs, Dr. **Georg**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Halle a. S.**

Klein, Dr. **Edmund**, Professor in **Diekirch** in Luxemburg.

Klein, Dr. **Jul.**, Professor am Josephs-Polytechnikum in **Budapest**.

Klein, Dr. **Ludwig**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens an der Technischen Hochschule in **Karlsruhe** in Baden, Kaiserstr. 2 (Botanisches Institut).

Klemm, Dr. **P.**, in **Gautzsch** bei Leipzig, Bauverein.

Kneucker, **A.**, Redakteur der Allgemeinen botanischen Zeitschrift in **Karlsruhe i. B.**, Werderplatz 48.

Kniep, Dr. **Hans**, in **Leipzig**, Botan. Institut der Universität, Härtelstr. 4.

Knuth, Dr. **Reinhard**, Oberlehrer in **Wilmersdorf** bei Berlin, Wilhelmsaue 12, IV.

Kny, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik, Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität und des botanischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, **Wilmersdorf**-Berlin, Kaiser-Allee 186/187.

Koch, Dr. **Alfred**, Professor, Direktor des landwirtschaftlich-bakteriologischen Institutes an der Universität Göttingen, Herausgeber des Jahresberichtes über die Fortschritte in der Lehre von den Gärungsorganismen, in **Göttingen**, Schildweg 13.

Koch, Dr. **Erwin**, Apothekenbesitzer in **Pfullingen** (Württemberg).

Koch, Dr. **L.**, Professor der Botanik an der Universität in **Heidelberg**, Sophienstr. 25.

Koehne, Dr. **E.**, Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Kirchstr. 5.

Kohl, Dr. **F. G.**, Professor der Botanik an der Universität in **Marburg a. L.**, Renthofstr. 12.

Kolkwitz, Dr. **Richard**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin, wissenschaftliches Mitglied der Versuchs- und Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung, in **Charlottenburg**, Schillerstr. 75.

Koernicke, Dr. **Max**, Privatdozent der Botanik und Assistent am botan. Institut der Universität in **Bonn**, Bonner Talweg 45.

Korschelt, Dr. **P.**, Oberlehrer am königl. Realgymnasium in **Zittau i. S.**, Königsstr. 21.

Kraskovits, Guido, cand. phil. in **Wien**, III, Mohsgasse 3.

Krasser, Dr. **Fridolin**, Professor, Privatdozent der Botanik in **Klosterneuburg** bei Wien, Wiener Str. 54.

Kraus, Dr. **C.**, Professor an der Technischen Hochschule in **München**, Luisenstr. 45, I.

Kraus, Dr. **Gregor**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Würzburg**, Hauger Kirchplatz 9.

Krause, Kurt, Assistent am Königl. Botanischen Museum in **Berlin**.

Kroemer, Dr. **Karl**, Dirigent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation der Lehranstalt für Wein-, Obst- und Gartenbau in **Geisenheim a. Rh.**

Krüger, Dr. **Friedrich**, Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt zu Dahlem, in **Friedenau** bei Berlin, Wielandstr. 36.

Krull, Rudolph, Apotheker in **Breslau**, Gneisenauplatz 9, II.

Kuckuck, Dr. **Paul**, Professor, Kustos für Botanik an der Biologischen Anstalt auf **Helgoland**.

Kuegler, Dr., Marine-Oberstabsarzt I. Kl. a. D. in **Berlin W.**, Lützowstrasse 6, pt.

Kühn, Dr. **Jul.**, Exzellenz, Wirklicher Geheimer Rat, Professor der Landwirtschaft und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes der Universität in **Halle a. S.**

***Kündig**, Dr. **J.**, Dozent an der Universität, in **Mikasa**, Zollikon bei Zürich.

Kuntze, Dr. **Otto**, in **San Remo** (Italien), Villa Girola.

Kurtz, Dr. **Fritz**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Museums an der Universität und Mitglied der Academia nacional de ciencias in **Córdoba** (Argentinische Republik).

Küster, Dr. **Ernst**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Halle a. S.**, Botan. Institut im königl. botan. Garten, Bismarckstrasse 2.

Ladurner, Arthur, Drogist in **Meran**.

Lagerheim, Dr. **G. von**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Stockholm N.**, Stockholms Högskola.

Lakowitz, Dr. **C.**, Oberlehrer in **Danzig**, Frauengasse 26.

Landauer, Robert, Privatier in **Würzburg**, Gesundbrunnen.

Landé, Max, stud. phil. in **Berlin NW. 23**, Händelstr. 3.

Laubert, Dr. **R.**, Botaniker an der Biologischen Anstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem, in **Steglitz**, Düppelstr. 39, III.

Lauterbach, Dr. **C.**, Rittergutsbesitzer auf **Stabelwitz** bei Deutsch-Lissa.

Laux, Dr. **Walther,** Apothekenbesitzer in **Berlin C.,** Prenzlauer Str. 45a.

Lehmann, Dr. **Ernst,** in **Dresden-A.,** Seidnitzer Platz 7, I.

Leiblinger, Dr. **Gustav,** in **Czernowitz** (Bukowina), Priestergasse 5.

Leisering, Dr. **Bruno,** in **Berlin S. 59,** Grimmstr. 28.

Lemcke, Dr. **Alfred,** Assistent an der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Königsberg i. Pr.,** Köttelstr. 11.

Lemmermann, E., Seminarlehrer, wissenschaftlicher Hilfsarbeiter am Städtischen Museum in **Bremen,** Celler Str. 41.

Liebenberg, Dr. **Ad.** Ritter **von,** Hofrat, Professor an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 24.

Lindau, Dr. **Gustav,** Professor, Privatdozent der Botanik, Kustos am botanischen Museum, in **Schöneberg** bei Berlin, Grunewaldstr. 6/7.

Lindemuth, H., kgl. Garteninspektor und Dozent an der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin NW. 7,** Dorotheenstrasse, Universitätsgarten.

Lindner, Dr. **Paul,** Professor in **Berlin N. 65,** See- und Torfstrassen-Ecke, Institut für Gärungsgewerbe.

Linhart, Dr. **Georg,** Professor an der ungarischen landwirtschaftlichen Akademie in **Ungarisch-Altenburg.**

Linsbauer, Dr. **Karl,** Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der Universität in **Wien XIX,** Hartäckerstr. 26.

Lloyd, L. G., The Lloyd Library, **Cincinnati,** O., (U. S. A.), 224 West Court Street.

Loesener, Dr. **Th.,** Kustos am botanischen Museum in Berlin, in **Steglitz,** Humboldtstr. 28.

Loew, Dr. **E.,** Professor in **Berlin SW.,** Grossbeerenstr. 67, III.

London, S., Privatier in **Berlin W. 15,** Fasanenstr. 53/54.

Lopriore, Dr. **Giuseppe,** Privatdozent der Botanik an der Universität und Professor an der Scuola di Enologia in **Catania** (Sicilien), Piazza Cavour 8.

Luerssen, Dr. **Chr.,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Königsberg i. Pr.**

Luxburg, Hermann, Graf zu, in **Würzburg,** Sanderglacisstr. 25.

Mac Kenney, Dr. **Randolph E. B.,** Professor, Pflanzenphysiologe am Department of Agriculture und Assistant-Professor an der Columbian University in Washington DC., Adresse: **Philadelphia,** Pa. (U. S. A.), 3320 N., 15th Street.

Mac-Owan, P., Professor, Cape government Herbarium, Agricultural-Department in **Kapstadt** (Südafrika), Burg-Street.

Mac-Leod, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Gent** (Belgien).

Magnus, Dr. **P.,** Professor der Botanik an der Universität in **Berlin W.,** Blumes Hof 15.

Magnus, Dr. **Werner**, Privatdozent der Botanik an der Landwirtschaftlichen Hochschule, Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Universität und am botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.**, Am Karlsbad 3.

Maire, R., Préparateur de la Faculté des sciences de l'Université de **Nancy.**

Marloth, Dr. **Rudolf**, in **Kapstadt** (Süd-Afrika), P. O. box 359.

Marshall-Ward, H. D. St., Professor der Botanik an der Universität **Cambridge**, 11 Cranmer Road (England).

Marsson, Dr. **Maximilian**, Professor, in **Berlin W.**, Neue Winterfeldstr. 20.

Mattirolo, Dr. **O.**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Turin**, Valentino.

Mäule, Dr. **C.**, Professor am Gymnasium in **Cannstatt-Stuttgart.**

Maurizio, Dr. **A.**, Privatdozent in **Zürich**, III., Kanzleistr. 71.

Meyer, Dr. **Arthur**, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens in **Marburg a. L.**, Biegenstr. 38.

Mez, Dr. **C.**, Professor der Botanik in **Halle a. S.**, Botanisches Institut.

Miehe, Dr. **Hugo**, Privatdozent der Botanik, Assistent am botan. Institute in **Leipzig-Reudnitz**, Oststr. 8, I.

***Migula**, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Forstlehranstalt in **Eisenach.**

Mikosch, Dr. **C.**, Professor an der Technischen Hochschule in **Brünn.**

Mikulowski-Pomorski, J., Professor der Agrikulturchemie, Direktor der landwirtschaftlichen Versuchsstation in **Dublany** bei Lemberg.

Mildbraed, Dr. **K.**, Assistent am botanischen Museum in **Schöneberg** bei Berlin, Grunewaldstr. 6/7.

Miliarakis, Dr. **S.**, Professor an der Universität in **Athen**, Rue Didot 12A.

Minks, Dr. **Arthur**, Arzt in **Stettin**, Deutsche Strasse 58, II.

Miyake, Dr. **Kiichi**, in **Kioto** (Japan), Doshisha College.

Miyoshi, Dr. **Manabu**, Professor der Botanik an der Universität zu **Tokio**, Botanisches Institut der Universität.

Möbius, Dr. **M.**, Professor, Direktor des botanischen Gartens in **Frankfurt a. M.**, Grüneburgweg 34.

Möller, Dr. **Alfred**, königl. Forstmeister und Professor an der Forstakademie in **Eberswalde.**

Moeller, Dr. **Herm.**, Professor der Botanik in **Greifswald**, Brinkstr. 75.

***Moeller, J. D.**, Präparator für Mikroskopie in **Wedel**, Holstein.

Moewes, Dr. **Franz**, in **Berlin S.**, Schleiermacherstr. 24, III.

Molisch, Dr. **Hans**, Professor der Anatomie und Physiologie der Pflanzen und Vorstand des pflanzenphysiologischen Institutes an der deutschen Universität in **Prag** II, Weinberggasse 3a.

Müller, Dr. **Carl**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule und Vorstand der pflanzenphysiologischen Abteilung der Gärtnerlehranstalt zu Dahlem, Sekretär der Deutschen Botanischen Gesellschaft, in **Steglitz** bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II.

Müller, Dr. **Julius**, in **Ziegenhals, O.-S.**, Promenadenstr. 24, II.

Müller, Dr. **Otto**, Schatzmeister der D. B. G., in **Tempelhof** bei Berlin, Blumenthalstr. 1.

Müller-Thurgau, Dr. **Herm.**, Professor und Direktor der deutsch-schweizerischen Versuchsstation für Obst-, Wein- und Gartenbau in **Wädensweil** bei Zürich.

Müller, Dr. **Rudolf**, Privatdozent für Pharmakognosie an der Universität in **Graz** (Steiermark).

Muth, Dr. **F.**, in **Oppenheim a. Rh.**

Nabokich, Alexander, Professor an der Universität in **Odessa.**

Nathansohn, Dr. **Alexander**, Privatdozent der Botanik, in **Leipzig**, Botanisches Institut der Universität.

Neger, Dr. **F. W.**, Professor der Botanik an der Forstakademie **Tharand** in Sachsen.

Němec, Dr. **Bohumil**, Professor der Botanik an der böhmischen Universität in **Prag**, Slupy 733.

Nestler, Dr. **A.**, Professor der Botanik, Oberinspektor der Untersuchungsanstalt für Lebensmittel an der deutschen Universität in **Prag**, Wenzelsplatz 53.

Nevinny, Dr. **Joseph**, Professor in **Innsbruck.**

Niedenzu, Dr. **F.**, Professor am Lyceum Hosianum in **Braunsberg** (Ostpreussen).

Nienburg, Wilhelm, in **Freiburg** (Baden), Pharmakognostisches Institut der Universität, Schwabenthorplatz 6.

Nilsson, Professor in **Svalöf** (Schweden).

Nobbe, Dr. **F.**, Geheimer Hofrat, emerit. Professor der Botanik und Direktor des forstakademischen Gartens in **Tharand.**

Noll, Dr. **F.**, Professor der Botanik an der landwirtschaftl. Akademie und ausserordentlicher Professor an der Universität in **Bonn**, Endenicher Allée 32.

Nordhausen, Dr. **Max**, Privatdozent der Botanik in **Kiel**, Botanisches Institut, Hospitalstr. 20.

Oliver, Francis Wall, Professor der Botanik an dem University College in **London**, 2 the Vale, Chelsea, S. W.

Oltmanns, Dr. **Friedrich**, Professor der Botanik, Redakteur der Botan. Zeitung II, in **Freiburg i. B.**, Belfortstr. 26.

Orth, Dr. **A.**, Geheimer Regierungsrat, Professor und Direktor des agronomisch-pedologischen Institutes der Landwirtschaftlichen Hochschule in **Berlin W.**, Ziethenstr. 6 b.

Ostenfeld, Dr. **C.**, Inspektor des Botanischen Museums in **Kopenhagen, K.** Aabenraa 31.

***Osterwald, Carl**, Professor am Lessinggymnasium in **Berlin NW.**, Spenerstrasse 35.

Oven, Dr. **E. von,** in **Berlin, W. 57,** Katzlerstr. 7, I.

Overton, Dr. **J. B.,** Professor am Botanical Department der Universität von Wisconsin in **Madison,** Wisc (U. S. A.), Science Building.

Paeckelmann, Wolfgang, wissenschaftlicher Hilfslehrer in **Elberfeld,** Brüningstr. 16.

Palla, Dr. **Eduard,** Professor an der Universität in **Graz,** Schubertstr. 21, Botanisches Institut.

Pammel, L. H., M. S., B Agr., Professor der Botanik an dem Iowa College of Agriculture in **Ames,** Iowa (U. S. A.).

Pantanelli, Dr. **Enrico,** in **Rom,** Via Panisperna 89B, Botanisches Institut.

Paul, Dr. **Hermann,** Assistent an der bayerischen Moorkulturanstalt in **München,** Kellerstr. 22a.

Pax, Dr. **Ferdinand,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Breslau.**

Pazschke, Dr. **O.,** in **Dresden-N.,** Forststr. 29, I.

Peirce, Dr. **George James,** Assistant Professor of Botany and Plant Physiology an der Leland Stanford Junior University in **Palo Alto** bei San Francisco in Californien (U. S. A.).

Penzig, Dr. **Otto,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Garten in **Genua,** Corso Dogali Nr. 1.

Perkins, Frl. Dr. **Janet,** in **Schöneberg** bei Berlin, Grunewaldstr. 6/7, Botanisches Museum.

Perring, W., Inspektor des botanischen Gartens in **Steglitz** bei Berlin, Botanischer Garten.

Peter, Dr. **A.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Göttingen,** Untere Karspüle 2.

Pfeffer, Dr. **W.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes und botanischen Gartens in **Leipzig.**

Pfitzer, Dr. **E.,** Geh. Hofrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botan. Institutes und botan. Gartens in **Heidelberg.**

Philippi, Federico, Professor der Botanik, Director del Museo Nacional in **Santiago** (Chile).

* **Philipps, W. Reginald,** M. A., D. Sc., Professor am University College in **Bangor** (Wales), England.

Pilger, Dr. **R.,** Assistent am botan. Garten, in **Charlottenburg,** Hardenbergstr. 37.

Pirotta, Dr. **R.,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Rom,** Panisperna 89B.

Porsch, Dr., in **Wien,** Botanischer Garten.

Porsild, Morten, mag. sc., in **Kopenhagen,** Botanisk Have.

Portheim, Leopold Ritter von, Leiter der Biologischen Versuchsanstalt in **Wien VII,** Burggasse 100a.

Potonié, Dr. **H.**, Professor, Landesgeologe, Redakteur der „Naturwissenschaftlichen Wochenschrift“ in **Gross-Lichterfelde**-West bei Berlin, Potsdamer Strasse 35.

Potter, M. C., M. A., Professor der Botanik am Durham College of Science in **Newcastle upon Tyne,** 14 Highbury, West Jesmond.

Poulsen, Dr. **Viggo A.**, Professor für pharmazeutische Botanik an der Universität in **Kopenhagen,** V., Rosenvængets hovedvej 29.

Preuss, Hans, Lehrer in **Danzig,** Gartengasse 1.

Pringsheim, Ernst, stud. rer. nat. in **Leipzig,** Botanisches Institut der Universität, Simsonstr. 9.

Puriewitsch, Dr. **Konstantin,** Professor der Botanik an der Universität **Kiew,** Botanisches Institut.

Raatz, Dr. **Wilhelm,** an der Zuckerfabrik **Klein-Wanzleben** bei **Magdeburg.**

Raciborski, Dr. **M. von,** Professor der Botanik an der landwirtschaftlichen Akademie und Direktor des botanischen Gartens in **Dublany** bei Lemberg (Österreich).

Radlkofer, Dr. **L.,** Professor der Botanik an der Universität, Vorstand des botanischen Museums (Herbariums), Mitglied der Akademie der Wissenschaften in **München,** Sonnenstr. 7, I.

Rehder, Alfred, in **Waldenburg** in Sachsen.

Reiche, Dr. **Carlos,** Chef der botanischen Section des Museo Nacional in **Santiago** (Chile), cas. 2105.

Reinhardt, Dr. **M. Otto,** Professor, Privatdozent der Botanik in **Berlin N.,** Elsasser Strasse 31, Portal II.

***Reinitzer, Friedrich,** Professor an der Technischen Hochschule in **Graz** (Steiermark).

Reinke, Dr. **Joh.,** Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischens Gartens in **Kiel,** Düsternbrook 17.

Reinsch, Dr. **P. F.,** in Erlangen.

Remer, Dr. **Wilhelm,** in **München,** Prinzenstr. 13.

***Richter,** Dr. **P.,** Oberlehrer in **Lübben** in der Lausitz.

Richter, Paul, Oberlehrer in **Leipzig,** Talstr. 12b.

Richter, Dr. **Oswald,** Assistent am pflanzenphysiologischen Institut der Deutschen Universität in **Prag,** II, Weinberggasse 3a.

Riemerschmid, Anton, Guts- und Fabrikbesitzer in **Pasing** bei München.

Rikli, Dr. **Martin,** Privatdozent und Konservator der botanischen Sammlungen am eidgenössischen Polytechnikum in **Zürich** IV (Unterstrass), Alte Beckenhofstr. 64, II.

Rimbach, Dr. **A.,** per Adr. **Rickert y Ca.,** in **Guayaquil** (Ecuador).

Rodewald, Dr. **Herm.,** Professor und Direktor des landwirtschaftlichen Institutes in **Kiel,** Bartels-Allee 20.

Rompel, Dr. **Josef,** S. J., Professor der Naturgeschichte am Jesuitengymnasium zu **Feldkirch** (Vorarlberg).

Rosen, Dr. **Felix,** Professor der Botanik an der Universität in **Breslau,** Marienstr. 4.

Rosenberg, Dr. **O.,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Stockholm,** Tegnérlunden 4.

Ross, Dr. **H.,** Kustos am botanischen Museum in **München,** Richard-Wagner-Strasse 18, IV.

Rössler, Dr. **Wilhelm,** Oberlehrer in **Charlottenburg,** Cauerstr. 30.

Rostowzew, Dr. **S.,** Professor der Botanik in **Moskau,** Petrowskoe-Rasumowskoe (Landwirtschaftliches Institut).

***Roth,** Dr. **Ernst,** Oberbibliothekar der Universitätsbibliothek in **Halle a. S.** Schillerstr. 9, I.

Rothert, Dr. **Wladislaw,** Professor der Botanik an der Universität in **Odessa.**

Ruhland, Dr. **W.,** Privatdozent der Botanik an der Universität und wissenschaftlicher Hilfsarbeiter an der Biologischen Anstalt in Dahlem, in **Berlin W. 30,** Gossowstr. 9.

Rumm, Dr. **C.,** in Stuttgart, Schlossstr. 83, IV.

Ruttner, Franz, Demonstrator am pflanzenphysiologischen Institut der k. k. deutschen Universität in **Prag,** Weinberggasse 3a.

Saccardo, Dr. **P. A.,** Professor der Botanik an der Universität in **Padua.**

Saida, Dr. **Kotaro,** Professor der Botanik in **Tokio** (Japan), Koisnikawa Doshinmashi Nr. 1.

Saupe, Dr. **A.,** in **Dresden,** Kyffhäuserstr. 17.

Schander, R., Vorstand des botanischen Laboratoriums der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in **Bromberg.**

Schellenberg, Dr. **H. C.,** in **Zürich,** Hofstr. 40.

Schenck, Dr. **Heinrich,** Professor der Botanik an der Technischen Hochschule und Direktor des botan. Gartens in **Darmstadt,** Nikolaiweg 6.

Scherffel, Aladár, in **Igló,** Zips, Ober-Ungarn.

Schikorra, Georg, cand. rer. nat. in **Berlin O.,** Weidenweg 81.

Schilling, Dr. **Aug. Jg.,** Privatdozent an der Technischen Hochschule in Darmstadt, wohnhaft in **Grossgerau.**

Schinz, Dr. **Hans,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und des botanischen Museums der Universität in **Zürich** V, Seefeldstr. 12.

Schlechter, Dr. **Rudolf,** in **Berlin S.,** Gräfestr. 33.

Schmidle, W., Professor, Direktor des Lehrerseminars in **Meersburg,** Bodensee.

Schober, Dr. **Alfred,** Professor und Schulinspektor in **Hamburg-Eilbeck,** Papenstr. 50.

***Schönland,** Dr. **S.,** Curator of the Albany Museum in **Grahamstown,** Südafrika.

Schorler, Dr. **Bernhard,** Institutslehrer und Kustos am Herbarium der Technischen Hochschule in **Dresden-Striesen,** Krenkelstr. 34.

Schottländer, Dr. **Paul**, Rittergutsbesitzer in **Wessig** bei Klettendorf-Hartlieb (Schlesien).

Schrenk, Hermann von, B. S., A. M., Ph. D., Botanical Garden in **St. Louis**, Mo. (U. S. A.)

Schröder, Dr. **Bruno**, Lehrer in **Breslau**, Sadowastr. 88, II.

Schröder, Dr. **Henry**, in **Bonn a. Rh.**, Meckenheimer Str. 150.

Schrodt, Dr. **Jul.**, Professor, Direktor der VII. Realschule in **Berlin SO. 26**, Mariannenstr. 47, II.

Schröter, Dr. **C.**, Professor der Botanik am Polytechnikum in Zürich, **Hottingen-Zürich**, Merkurstr. 70.

Schube, Dr. **Theodor**, Professor, Oberlehrer in **Breslau**, Forckenbeckstrasse 10.

Schultz, **Richard**, Oberlehrer in **Sommerfeld**, Pförtnerstr. 13.

Schulz, Dr. **A.**, Privatdozent der Botanik in **Halle a. S.**, Albrechtstrasse 10.

Schulze, Dr. **Hilmar**, in **Braunschweig**, Petritorpromenade 26.

Schulze, **Max**, in **Jena**, Marienstr. 3.

Schütt, Dr. **Franz**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens und Museums in **Greifswald**.

Schwabach, Frau **Elise**, in **Berlin W.**, Am Karlsbad 1 A.

Schwarz, Dr. **Frank**, Professor der Botanik an der Forstakademie in **Eberswalde**.

Schweinfurth, Dr. **Georg**, Professor in **Berlin W.**, Potsdamer Strasse 75 a.

Schwendener, Dr. **S.**, Geheimer Regierungsrat, Professor der Botanik und Direktor des botanischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Berlin W.**, Matthäikirchstrasse 28.

Scott, Dr. **D. H.**, F. R. S., Honorary Keeper of the Jodrell Laboratory, Royal Gardens, Kew, one of the Editors of the Annals of Botany, Old Palace, **Richmond**, Surrey (England).

Seckt, Dr. **Hans**, in **Buenos Aires** (Argentinien).

Seemen, **O. von**, Rittmeister a. D., in **Berlin NW. 40**, Scharnhorststr. 42.

Semadeni, Dr. **O.**, in **Poschiavo** (Graubünden).

Senn, Dr. **Gustav**, Privatdozent der Botanik an der Universität in **Basel**.

Shibata, Dr. **K.**, in **Tokio** (Japan), Botanisches Institut der Universität.

Shull, Dr. **Geo. H.**, Leiter der botanischen Arbeiten an der Station für experimentelle Entwickelungslehre, Carnegie Institution of Washington, Cold Spring Harbour, **Long Island**, N. Y.

Simon, Dr. **Friedrich**, in **Frankfurt a. M.**, Schwarzburgstr. 86.

Simon, Dr. **Siegfried**, in **Leipzig**, Simsonstr. 8, hpt.

Singer, Dr. **Max**, Professor am Deutschen Gymnasium in **Prag**, Königliche Weinberge.

Solereder, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Institutes in **Erlangen**, Botanischer Garten.

Solms-Laubach, Dr. **H. Graf zu,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens, Redakteur der „Botan. Zeitung“ in **Strassburg i. Els.,** Botanischer Garten.

Sonder, Dr. **Chr.,** in **Oldesloe** (Holstein).

Sonntag, Dr. **P.,** Oberlehrer an der Oberrealschule St. Petri und Pauli, in **Saspe-Neufahrwasser** bei Danzig, Villa Mövenblick.

Sorauer, Dr. **Paul,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Redakteur der „Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten“, in **Berlin W.,** Martin Luther-Strasse 50.

Spieckermann, Dr. **A.,** Vorsteher der bakteriologischen Abteilung der Versuchsstation in **Münster i. W.,** Plöniesstr. 5, I.

Sperlich, Dr. **Adolf,** Professor, suppl. Lehrer an der Lehrerbildungsanstalt in **Innsbruck,** Maximilianstr. 1 d.

Spiessen, Freiherr **von,** königl. Forstmeister in **Winkel** im Rheingau.

Stahl, Dr. **Ernst,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Jena.**

Stameroff, Kyriak, Dozent der Botanik an der Universität zu **Odessa,** Puschkinskaja Strasse 8, Wohnung 15.

Steinbrinck, Dr. **C.,** Professor am Realgymnasium in **Lippstadt.**

Steiner, Rudolf, Lehramtskandidat in **Prag,** Königliche Weinberge, Puchmajorgasse 1299.

Steyer, Dr. **Karl,** Oberlehrer an der Ernestinenschule in **Lübeck,** Huextertor-Allee 23.

Stoklasa, Dr. **Julius,** Professor und Direktor der chemisch-physiologischen Versuchsstation der böhmischen technischen Hochschule in **Prag,** Karlsplatz 3.

Strasburger, Dr. **Ed.,** Geh. Regierungsrat, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Bonn.**

***Strauss, H. C.,** Obergärtner am botanischen Garten in **Berlin W.,** Potsdamer Strasse 75.

Suringar, Dr. **J. Valckenier,** in **Wageningen** (Holland).

Svedelius, Dr. **Nils Eberhard,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Upsala.**

Tansley, A. G., Assistant in the Botanical Department at the University College, in **London W. C.,** Gower Street.

Ternetz, Frl. Dr. **Charlotte,** in **Basel,** Feldbergstr. 118.

Thaxter, Dr. **Roland,** Professor der Botanik an der Harvard-Universität in **Cambridge,** Mass. (U. S. A.), 7 Scott Str.

Thiele, Dr. **Rudolf,** in **Breslau,** Matthiasplatz 5, Bakteriol. Laboratorium.

Thomas, Dr. **Fr.,** Professor, emerit. Oberlehrer am Gymnasium Gleichense in **Ohrdruf,** Hohenlohestr. 14.

Thoms, Dr. **Hermann,** Professor der pharmazeutischen Chemie an der Universität in Berlin, **Steglitz** bei Berlin, Hohenzollernstr. 3.

Thost, Dr. **R.,** in **Gross-Lichterfelde** bei Berlin, Wilhelmstr. 27.

Timpe, Dr. **H.,** Oberlehrer in **Hamburg-Eimsbüttel,** Am Weiher 29.

Tischler, Dr. **Georg,** Privatdozent der Botanik und Assistent am botanischen Institut, in **Heidelberg-Neuenheim,** Schröderstr. 16.

Tobler, Dr. **Friedrich,** Privatdozent der Botanik und Assistent am botanischen Institut der Universität in **Münster i. W.,** Wilhelmstr. 72a.

Toni, Dr. **G. B. de,** Professor der Botanik und Direktor des botanischen Gartens, Lauréat de l'Institut de France, Herausgeber der „Nuova Notarisia", in **Modena.**

Trail, Dr. **James W. H.,** F. R. S., Professor der Botanik an der Universität Aberdeen in **Old Aberdeen,** High Street 71 (Schottland).

Trow, Dr. **A. H.,** Lecturer in Botany am University College of South-Wales and Monmouthshire in **Cardiff** (England).

Tschermak, Dr. **Erich,** Professor an der Hochschule für Bodenkultur, in **Wien** XVIII, Anastasius Grün-Gasse 52.

Tschirch, Dr. **Alexander,** Professor der Pharmakognosie, pharmazeutischen und gerichtlichen Chemie, Direktor des pharmazeutischen Institutes der Universität in **Bern.**

Tswett, Dr. **Michael,** Privatdozent der Botanik an der Universität in **Warschau,** Krakowskie Predmiescie 26.

Tubeuf, Dr. **Carl,** Freiherr **von,** Regierungsrat, Professor der Botanik, in **München,** Habsburger Str. 1.

Uhlworm, Dr. **Oskar,** Professor, Oberbibliothekar, Redakteur des „Zentralblattes für Bakteriologie und Parasitenkunde" in **Berlin W.,** Schaperstr. 2/3, I.

Ule, Ernst, Direktor des Museums in **Manáos** (Brasilien) z. Z. in **Schöneberg** bei Berlin, Grunewaldstr. 6/7, Botanisches Museum.

Urban, Dr. **Ign.,** Geh. Regierungsrat, Professor, Unterdirektor des botan. Gartens und botan. Museums zu Berlin, in **Dahlem** bei Berlin, Altensteinstr. 4.

Ursprung, Dr. **Alfred,** Professor der Botanik an der Universität in **Freiburg** (Schweiz), Botanisches Institut.

Vöchting, Dr. **H. von,** Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Tübingen.**

Vogl, Dr. **August E.,** Ritter **von,** Hofrat und Universitätsprofessor in **Wien** VII, Josefstätterstr. 37.

Voigt, Dr. **Alfred,** Professor, Assistent am botanischen Museum in **Hamburg** VII, Bei dem Besenbinderhof 52.

Volkart, Dr. **A.,** Assistent an der eidgenössischen Samenkontrollstation in **Zürich V,** Hochstr. 99.

Volkens, Dr. **Georg,** Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität und Kustos am botanischen Museum in **Schöneberg** bei Berlin, Grunewaldstr. 6/7.

Voss, Dr. **W.**, in **Husum.**

Votsch, Dr. **Wilhelm**, in **Quedlinburg**, Wallstr. 66.

Wächter, Dr. **Wilhelm**, Assistent des pflanzenphysiologischen Instituts der Gärtner-Lehranstalt in Dahlem, **Steglitz**, Florastr. 2 B.

Wager, **Harold**, Inspector of Science Schools for the Science and Art Department in London, in **Leeds**, England, Horsforth Lane, Far Headingley.

Wagner, Dr. **Adolf**, Privatdozent der Botanik an der Universität und Assistent am botan. Institut in **Innsbruck**, Mühlau, Villa KLOTZ.

Warburg, Dr. **O.**, Professor, Privatdozent der Botanik an der Universität, Lehrer am orientalischen Seminar in **Berlin W.**, Uhlandstr. 175.

***Weber**, Dr. **C. A.**, in **Bremen**, Friedrich-Wilhelmstrasse 24.

Weberbauer, Dr. **A.**, Leiter der Versuchsanstalt für Landeskultur in **Victoria** (Kamerun).

Wehmer, Dr. **C.**, Professor, Dozent an der Technischen Hochschule in **Hannover**, Callinstr. 12.

Weis, **Fr.**, Professor der Botanik an der Landwirtschaftl. Hochschule in **Kopenhagen.**

Weiss, Dr. **Fr. E.**, Professor der Botanik und Direktor des Botanical Laboratory of the Owens College in **Manchester.**

Weisse, Dr. **Arth.**, Gymnasialoberlehrer in **Zehlendorf** bei Berlin, Parkstrasse 2, I.

Went, Dr. **F. A. H. C.**, Professor der Botanik und Direktor des botan. Gartens in **Utrecht** (Holland).

Wettstein, Dr. **Richard**, Ritter **von Westerheim**, Professor und Direktor des botan. Gartens und Museums der Universität Wien, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, Herausgeber der Österreichischen botan. Zeitschrift, in **Wien** III, Rennweg 14.

Wiedersheim, Dr. **Walter**, in **Grötzingen** (Baden), Kirchstr. 1.

Wieler, Dr. **A.**, Professor, Dozent für Botanik an der Technischen Hochschule in **Aachen**, Nizza-Allee 71.

Wiesner, Dr. **Jul.**, Hofrat, Professor der Botanik und Direktor des pflanzenphysiologischen Institutes der Universität, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, in **Wien** IX, Liechtensteinstr. 12.

Wilhelm, Dr. **K.**, Professor der Botanik an der Hochschule für Bodenkultur in **Wien** XIX, Hochschulstr. 17 (Türkenschanze).

Willis, **John C.**, Direktor des botanischen Gartens in **Peradeniya** (Ceylon).

Wilson, **William Powell**, Direktor of the Philadelphia Commercial Museum in **Philadelphia** (U. S. A.)

Winkelmann, Dr. **J.**, Professor, in **Stettin**, Pölitzer Str. 85, III.

Winkler, Dr. **Hans**, Professor der Botanik an der Universität in **Tübingen**, Waldhäuserstr. 13.

Winkler, Dr. **Hubert**, Assistent am botanischen Garten in **Breslau.**

Wirtgen, Ferd., Rentner in **Bonn**, Niebuhrstr. 55.

Wittmack, Dr. **L.**, Geheimer Regierungsrat, Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule und an der Universität, **Berlin N.**, Platz am Neuen Tor 1.

Wolff, H., Tierarzt in **Berlin**, Warschauer Strasse 57.

Wortmann, Dr. **J.**, Professor, Direktor der Versuchs- und Lehranstalt für Obst- und Weinbau zu **Geisenheim a. Rh.**

Wunschmann, Dr. **E.**, Professor, in **Friedenau** bei Berlin, Schmargendorfer Strasse 26, Gartenhaus, III Tr.

Zacharias, Dr. **E.**, Professor der Botanik, Direktor des botanischen Gartens in **Hamburg**, Sophienterrasse 15a.

Zahlbruckner, Dr. **A.**, Leiter der botanischen Abteilung des naturhistor. Hofmuseums in **Wien** I, Burgring 7.

Zander, A., Oberlehrer am Bismarck-Gymnasium in **Wilmersdorf** bei Berlin, Mecklenburgische Strasse, Villa RICHTER.

Zang, Dr. **Wilhelm**, in **Hohenheim** bei Stuttgart.

Zenetti, Dr. **Paul**, Professor am Lyceum in **Dillingen a. D.**

Zimmermann, Dr. **Albrecht**, Professor, Botaniker an der Biologischen Station Amani, Poststation **Tanga** (Deutsch-Ostafrika).

Zopf, Dr. **W.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des botanischen Gartens in **Münster i. W.**, Wilhelmstr. 2a.

Zörnig, Dr., Assistent am pflanzenphysiologischen Institut in **München**, Karlstr. 29.

Verstorben.

Buchenau, Dr. **Fr.**, Professor, ehem. Direktor der Realschule am Doven Tor in **Bremen.** Verstarb am 26. April 1906.

Errera, Dr. **Léo**, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens in **Brüssel.** Verstarb am 1. August 1905.

Hauptfleisch, Dr. **Paul**, Privatdozent der Botanik in **Stuttgart.**

Holzner, Dr. **G.**, Professor a. D. in **München.** Verstarb am 18. Februar 1906.

Mankiewicz, Dr., Apothekenbesitzer und Medizinalrat in **Posen.** Verstarb am 17. Oktober 1905.

Pierre, L., Professor, in **Paris.** Verstarb am 30. Oktober 1905.

Steinvorth, H., Oberlehrer a. D. in **Hannover.** Verstarb am 24. November 1905.

Tangl, Dr. **Ed.**, Professor der Botanik an der Universität und Direktor des Botanischen Gartens in **Czernowitz.** Verstarb am 13. Juli 1905.

Register zu Band XXIII.

1. Geschäftliche Mitteilungen.

Seite
Sitzung vom 27. Januar 1905 1
Sitzung vom 24. Februar 1905 61
Sitzung vom 31. März 1905 99
Sitzung vom 28. April 1905 163
Sitzung vom 26. Mai 1905 203
Sitzung vom 30. Juni 1905 235
Sitzung vom 28. Juli 1905 257
Sitzung vom 27. Oktober 1905 347
Sitzung vom 24. November 1905 419
Sitzung vom 29. Dezember 1905 479
Bericht über die am 24. September 1905 in Meran abgehaltene zweiundzwanzigste Generalversammlung der Deutschen Botanischen Gesellschaft (1)
Rechnungsablage des Jahres 1904 (Anlage I) . . . . (8)
Bericht des Obmannes der Floren-Kommission (Anlage II) . . . . (10)
Einladung betreffend die Herausgabe der Festschrift zum 25jährigen Jubiläum der Gesellschaft (Anlage III) . . . . (10)
Preisausschreiben (Anlage IV) . . . . (11)
Verzeichnis der Pflanzennamen . . . . (56)
Mitgliederliste . . . . (69)

2. Nachrufe.

Wilhelm Schwacke von Th. Lösener . . . . (12)
Eduard Tangl von G. Haberlandt . . . . (16)
J. A. Schmidt von E. Pfitzer . . . . (21)
Otto Wünsche von J. Abromeit . . . . (24)
Federico Delpino von O. Penzig . . . . (30)
Leo Errera von E. de Wildeman . . . . (43)

3. Wissenschaftliche Mitteilungen.

a) In der Reihenfolge der Veröffentlichung geordnet.

I. Sitzungsberichte.

1. **Hans Molisch,** Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. (Mit einer Abbildung) 2
2. **D. Prianischnikow,** Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 8

Seite

3. **A. Schulz**, Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 18

4. **F. Heydrich**, *Polystrata*, eine Squamariacee aus den Tropen. (Mit Tafel I) 30

5. **H. C. Schellenberg**, Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen 36

6. **Hans Winkler**, Über regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von *Passiflora coerulea* L. (Mit einer Abbildung) 45

7. **Julius Wiesner**, Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung. (Mit einer Abbildung) 49

8. **F. Brand**, Über Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen. (Mit acht Abbildungen) 62

9. **C. Correns**, Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde. (Zweite Mitteilung über Bastardierungsversuche mit *Mirabilis*-Sippen) 70

10. **H. Hallier**, Ein zweiter Entwurf des natürlichen (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 85

11. **Maurice Lilienfeld**, Über den Chemotropismus der Wurzel. (Vorläufige Mitteilung) 91

12. **L. Kny**, Studien über intercellulares Protoplasma 96

13. **Max Lewin**, Über die Atmung keimender Samen unter Druck. (Mit einer Abbildung) 101

14. **Rudolf Steiner**, Über Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* Andrews und *Aphelandra Porteana* Morel. (Mit Tafel II) 105

15. **B. Němec**, Über Regenerationserscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen. (Vorläufige Mitteilung) 113

16. **W. Zopf**, Vielkernigkeit grosser Flechtensporen. (Mit einer Abbildung) 121

17. **C. Wehmer**, Unabhängigkeit der Mucorineengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe 122

18. **W. Zaleski**, Beiträge zur Kenntnis der Eiweissbildung in reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 126

19. **W. Zaleski**, Zur Kenntnis der proteolytischen Enzyme der reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 133

20. **T. Krasnosselsky**, Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen 142

21. **Hans Bachmann**, Botanische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. (Mit Tafel III) 156

22. **Walter Busse**, Über das Auftreten epiphyllischer Kryptogamen im Regenwaldgebiet von Kamerun. (Vorläufige Mitteilung) 164

23. **Julius Wiesner**, Die biologische Bedeutung des Laubfalles 172

24. **Wilhelm Figdor**, Über Heliotropismus und Geotropismus der Gramineenblätter 182

25. **Hubert Winkler**, Zur Morphologie und Biologie der Blüte von *Durio zibethinus*. (Mit Tafel IV) 191

26. **P. Magnus**, *Sclerotinia Crataegi*. (Mit Tafel V) 197

27. **W. Zopf**, Zur Vielkernigkeit grosser Flechtensporen 206

28. **E. Tscherniajew**, Über den Einfluss der Temperatur auf die normale und die intramolekulare Atmung der verletzten Pflanzen. (Mit zwei Abbildungen) 207

29. **N. Sludsky**, Über die Entwicklungsgeschichte des *Juniperus communis*. (Vorläufige Mitteilung). (Mit Tafel VI) 212

30. **C. Wehmer**, Über das Verhalten der *Mucor*-Arten gegen verdünnten Alkohol 216

31. **Appel** und **Laubert**, Die Konidienform des Kartoffelpilzes *Phellomyces sclerotiophorus* Frank 218

Seite
32. **H. Conwentz,** Die Fichte im norddeutschen Flachland. (Mit drei Textfiguren) 220
33. **A. Ursprung,** Eine optische Erscheinung an *Coleochaete.* (Mit Tafel VII) 236
34. **W. Palladin,** Über den verschiedenen Ursprung der während der Atmung der Pflanzen ausgeschiedenen Kohlensäure. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung) 240
35. **Ludwig Hecke,** Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. (Mit Tafel VIII) 248
36. **N. Gaidukov,** Über die Eisenalge *Conferva* und die Eisenorganismen des Süsswassers im allgemeinen 250
37. **Ernst Küster,** Über den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren 254
38. **Hugo Miehe,** Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen. (Mit Tafel IX) 257
39. **Hermann R. von Guttenberg,** Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von *Adoxa Moschatellina* L. und *Cynocrambe prostrata* Gärtn. (Mit Tafel X und XI) 265
40. **Jos. Heinr. Schweidler,** Die systematische Bedeutung der Eiweiss- oder Myrosinzellen der Cruciferen nebst Beiträgen zu ihrer anatomisch-physiologischen Kenntnis. (Vorläufige Mitteilung.) (Mit Tafel XII) 274
41. **Charles E. Allen,** Die Keimung der Zygote bei *Coleochaete.* (Mit Tafel XIII) 285
42. **Rudolf Müller,** Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter. (Vorläufige Mitteilung.) 292
43. **A. Schulz,** Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 297
44. **A. Schulz,** Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 310
45. **Bengt Lidforss,** Über die Chemotaxis der *Equisetum*-Spermatozoiden. (Vorläufige Mitteilung.) 314
46. **E. Palla,** Über den morphologischen Wert der Blüte der Gattungen *Lipocarpha* und *Platylepis.* (Mit Tafel XIV) 316
47. **M. Koernicke,** Weitere Untersuchungen über die Wirkungen von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen 324
48. **Franz Buchenau,** GARCKE's Flora 333
49. **G. Lopriore,** Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von *Araucaria Bidwillii* Hook. (Mit Tafel XV) 335
50. **Arthur Meyer,** Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. (Mit Tafel XVI) 349
51. **E. Zacharias,** Über Statolithen bei *Chara* 358
52. **Hugo Fischer,** Zur Verteilungsfrage 361
53. **N. Moisescu,** Kleine Mitteilung über die Anwendung des horizontalen Mikroskopes zur Bestimmung der Reaktionszeit 364
54. **Friedrich Hildebrand,** Einige biologische Beobachtungen 367
55. **W. Wächter,** Chemonastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens.* (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung.) 379
56. **Hugo de Vries,** Über die Dauer der Mutationsperiode bei *Oenothera Lamarckiana* 382
57. **Gustav Leiblinger,** Über interstitienartige Strukturen in der pflanzlichen Epidermis. (Mit Tafel XVII) 387
58. **O. Treboux,** Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte 397
59. **F. C. von Faber,** Über die Büschelkrankheit der *Pennisetum*-Hirse. (Vorläufige Mitteilung.) 401

Seite
60. **Max Koernicke,** Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. (Mit Tafel XVIII) 404
61. **F. W. T. Hunger,** Neue Theorie zur Ätiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks 415
62. **Fritz Blumentritt,** *Aspergillus bronchialis* Blumentritt und sein nächster Verwandter (*Aspergillus fumigatus* Fres.). (Mit Tafel XIX) 419
63. **Hubert Winkler,** Bemerkungen über die vegetativen Verhältnisse einiger Bignoniaceen 427
64. **O. Treboux,** Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen 432
65. **G. Haberlandt,** Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von *Selaginella Martensii* Spring. (Mit Tafel XX) . . . 441
66. **C. Correns,** Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie 452
67. **Hermann Dingler,** Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall . 463
68. **Fr. Thomas,** Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Pilzkreises von *Hydnum suaveolens* Scop. 476
69. **Ewert,** Weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze. (Vorläufige Mitteilung) 480
70. **M. Möbius,** Über Rhaphiden in Epidermiszellen. (Mit einer Abbildung) . 485
71. **E. Jahn,** Myxomycetenstudien 489
72. **W. Zopf,** Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten. I. (Mit Tafel XXI) 497
73. **L. Jost,** Zur Physiologie des Pollens 504
74. **Ewert,** Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Gloeosporium Ribis* (Lib.) Mont. et Desm. (Vorläufige Mitteilung.) 515

b) Alphabetisch nach den Verfassern geordnet.

Allen, Charles E., Die Keimung der Zygote bei *Coleochaete.* (Mit Tafel XIII) 285
Appel und **Laubert,** Die Konidienform des Kartoffelpilzes *Phellomyces sclerotiophorus* Frank 218
Bachmann, Hans, Botanische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. (Mit Tafel III) 156
Blumentritt, Fritz, *Aspergillus bronchialis* Blumentritt und sein nächster Verwandter (*Aspergillus fumigatus* Fres.). (Mit Tafel XIX) 419
Brand, F., Über Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen. (Mit acht Abbildungen) 62
Buchenau, Franz, GARCKE's Flora 333
Busse, Walter, Über das Auftreten epiphyllischer Kryptogamen im Regenwaldgebiet von Kamerun. (Vorläufige Mitteilung) 164
Conwentz, H., Die Fichte im norddeutschen Flachland. (Mit drei Textfiguren) 220
Correns, C., Weitere Untersuchungen über die Gynodioecie 452
— Zur Kenntnis der scheinbar neuen Merkmale der Bastarde. (Zweite Mitteilung über Bastardiernngsversuche mit *Mirabilis*-Sippen) 70
Dingler, Hermann, Versuche und Gedanken zum herbstlichen Laubfall . . . 463
Ewert, Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte von *Gloeosporium Ribis* (Lib.) Mont. et Desm. (Vorläufige Mitteilung) 515
— Weitere Untersuchungen über die physiologische Wirkung der Kupferkalkbrühe auf die Pflanze. (Vorläufige Mitteilung) 480
Faber, F. C. von, Über die Büschelkrankheit der *Pennisetum*-Hirse. (Vorläufige Mitteilung) 401
Figdor, Wilhelm, Über Heliotropismus und Geotropismus der Gramineenblätter 182

Seite

Fischer, Hugo, Zur Verteilungsfrage 361

Gaidukov, N., Über die Eisenalge *Conferva* und die Eisenorganismen des Süsswassers im allgemeinen 250

Guttenberg, Hermann R. von, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von *Adoxa Moschatellina* L. und *Cynocrambe prostrata* Gärtn. (Mit Tafel X und XI) 265

Haberlandt, G., Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von *Selaginella Martensii* Spring. (Mit Tafel XX) 441

Hallier, H., Ein zweiter Entwurf des natürlichen (phylogenetischen) Systems der Blütenpflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 85

Hecke, Ludwig, Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. (Mit Tafel VIII) 248

Heydrich, F., *Polystrata*, eine Squamariacee aus den Tropen. (Mit Tafel I) 30

Hildebrand, Friedrich, Einige biologische Beobachtungen 367

Hunger, F. W. T., Neue Theorie zur Ätiologie der Mosaikkrankheit des Tabaks 415

Jahn, E., Myxomycetenstudien 489

Jost, L., Zur Physiologie des Pollens 504

Kny, L., Studien über intercellulares Protoplasma 96

Koernicke, Max, Über die Wirkung von Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. (Mit Tafel XVIII) 404

— Weitere Untersuchungen über die Wirkungen von Röntgen- und Radiumstrahlen auf die Pflanzen 324

Krasnosselsky, T., Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen . . . 142

Küster, Ernst, Über den Einfluss von Lösungen verschiedener Konzentration auf die Orientierungsbewegungen der Chromatophoren 254

Laubert, siehe APPEL.

Leiblinger, Gustav, Über interstitienartige Strukturen in der pflanzlichen Epidermis. (Mit Tafel XVII) 387

Lewin, Max, Über die Atmung keimender Samen unter Druck. (Mit einer Abbildung) 101

Lidforss, Bengt, Über die Chemotaxis der *Equisetum*-Spermatozoiden. (Vorläufige Mitteilung) 314

Lilienfeld, Maurice, Über den Chemotropismus der Wurzel. (Vorläufige Mitteilung) 91

Lopriore, G., Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von *Araucaria Bidwillii* Hook. (Mit Tafel XV) 335

Magnus, P., *Sclerotinia Crataegi*. (Mit Tafel V) 197

Meyer, Arthur, Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. (Mit Tafel XVI) 349

Miehe, Hugo, Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen. (Mit Tafel IX) 257

Möbius, M., Über Rhaphiden in Epidermiszellen. (Mit einer Abbildung) . . 485

Moisescu, N., Kleine Mitteilung über die Anwendung des horizontalen Mikroskopes zur Bestimmung der Reaktionszeit 364

Molisch, Hans, Über Heliotropismus, indirekt hervorgerufen durch Radium. (Mit einer Abbildung) 2

Müller, Rudolf, Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Ölbehälter. (Vorläufige Mitteilung) 292

Němec, B., Über Regenerationserscheinungen an angeschnittenen Wurzelspitzen. (Vorläufige Mitteilung) 113

Palla, E., Über den morphologischen Wert der Blüte der Gattungen *Lipocarpha* und *Platylepis*. (Mit Tafel XIV) 316

Seite

Palladin, W., Über den verschiedenen Ursprung der während der Atmung der Pflanzen ausgeschiedenen Kohlensäure. (Vorläufige Mitteilung). (Mit einer Abbildung) 240

Prianischnikow, D., Über den Einfluss von Ammoniumsalzen auf die Aufnahme von Phosphorsäure bei höheren Pflanzen. (Vorläufige Mitteilung) 8

Schellenberg, H. C., Über Hemicellulosen als Reservestoffe bei unseren Waldbäumen 36

Schulz, A., Beiträge zur Kenntnis des Blühens der einheimischen Phanerogamen 18. 297. 310

Schweidler, Jos. Heinr., Die systematische Bedeutung der Eiweiss- oder Myrosinzellen der Cruciferen nebst Beiträgen zu ihrer anatomisch-physiologischen Kenntnis. (Vorläufige Mitteilung). (Mit Tafel XII) 274

Sludsky, N., Über die Entwicklungsgeschichte von *Juniperus communis.* (Vorläufige Mitteilung.) (Mit Tafel VI) 212

Steiner, Rudolf, Über Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* Andrews und *Aphelandra Porteana* Morel. (Mit Tafel II) 105

Thomas, Fr., Die Wachstumsgeschwindigkeit eines Pilzkreises von *Hydnum suaveolens* Scop. 476

Treboux, O., Die Keimung der Moossporen in ihrer Beziehung zum Lichte . 397

— Organische Säuren als Kohlenstoffquelle bei Algen 432

Tscherniajew, E., Über den Einfluss der Temperatur auf die normale und die intramolekulare Atmung der verletzten Pflanzen. (Mit zwei Abbildungen) 207

Ursprung, A., Eine optische Erscheinung an *Coleochaete.* (Mit Tafel VII) 236

Vries, Hugo de, Über die Dauer der Mutationsperiode bei *Oenothera Lamarckiana* 382

Wächter, W., Chemonastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens.* (Vorläufige Mitteilung.) (Mit einer Abbildung) 379

Wehmer, C., Über das Verhalten der *Mucor*-Arten gegen verdünnten Alkohol 216

— Unabhängigkeit der Mucorineengärung von Sauerstoffabschluss und Kugelhefe 122

Wiesner, Julius, Die biologische Bedeutung des Laubfalles 172

— Über Frostlaubfall nebst Bemerkungen über die Mechanik der Blattablösung. (Mit einer Abbildung) 49

Winkler, Hans, Über regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von *Passiflora coerulea* L. (Mit einer Abbildung) . 45

— **Hubert,** Bemerkungen über die vegetativen Verhältnisse einiger Bignoniaceen 427

— Zur Morphologie und Biologie der Blüte von *Durio zibethinus.* (Mit Tafel IV) 191

Zacharias, E., Über Statolithen bei *Chara* 358

Zaleski, W., Beiträge zur Kenntnis der Eiweissbildung in reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 126

— Zur Kenntnis der proteolytischen Enzyme der reifenden Samen. (Vorläufige Mitteilung) 133

Zopf, W., Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten. I. (Mit Tafel XXI) 497

— Vielkernigkeit grosser Flechtensporen. (Mit einer Abbildung) 121

— Zur Vielkernigkeit grosser Flechtensporen 206

Verzeichnis der Tafeln.

Tafel I zu **F. Heydrich**, *Polystrata*, eine Squamariacee aus den Tropen. Erklärung auf S. 35.

Tafel II zu **R. Steiner**, Über Intumeszenzen bei *Ruellia formosa* Andrews und *Aphelandra Porteana* Morel. Erklärung auf S. 113.

Tafel III zu **H. Bachmann**, Botanische Untersuchungen des Vierwaldstätter Sees. Erklärung auf S. 161.

Tafel IV zu **Hubert Winkler**, Zur Morphologie und Biologie der Blüte von *Durio zibethinus*. Erklärung auf S. 196.

Tafel V zu **P. Magnus**, *Sclerotinia Crataegi*. Erklärung auf S. 202.

Tafel VI zu **N. Sludsky**, Über die Entwicklungsgeschichte des *Juniperus communis*. Erklärung auf S. 216.

Tafel VII zu **A. Ursprung**, Eine optische Erscheinung an *Coleochaete*. Erklärung auf S. 239.

Tafel VIII zu **Ludwig Hecker**, Zur Theorie der Blüteninfektion des Getreides durch Flugbrand. Erklärung auf S. 250.

Tafel IX zu **Hugo Miehe**, Wachstum, Regeneration und Polarität isolierter Zellen. Erklärung auf S. 264

Tafel X und XI zu **Hermann R. von Guttenberg**, Die Lichtsinnesorgane der Laubblätter von *Adoxa Moschatellina* L. und *Cynocrambe prostrata* Gärtn. Erklärung auf S. 272 und 273.

Tafel XII zu **J. H. Schweidler**, Die systematische Bedeutung der Eiweiss- und Myrosinzellen der Cruciferen. Erklärung auf S. 284.

Tafel XIII zu **Charles E. Allen**, Die Keimung der Zygote bei *Coleochaete*. Erklärung auf S. 292.

Tafel XIV zu **E. Palla**, Über den morphologischen Wert der Blüte der Gattungen *Lipocarpha* und *Platylepis*. Erklärung auf S. 323.

Tafel XV zu **G. Lopriore**, Über die Vielkernigkeit der Pollenkörner und Pollenschläuche von *Araucaria Bidwillii*. Erklärung auf S. 346.

Tafel XVI zu **Arthur Meyer**, Über Kugelbildung und Plasmoptyse der Bakterien. Erklärung auf S. 357.

Tafel XVII zu **Gustav Leiblinger**, Über interstitienartige Strukturen in der pflanzlichen Epidermis. Erklärung auf S. 396.

Tafel XVIII zu **Max Koernicke**, Über die Wirkung der Röntgen- und Radiumstrahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. Erklärung auf S. 415.

Tafel XIX zu **Fritz Blumentritt**, *Aspergillus bronchialis* Blumentr. und sein nächster Verwandter (*Aspergillus fumigatus* Fres.). Erklärung auf S. 427.

Tafel XX zu **G. Haberlandt**, Über die Plasmahaut der Chloroplasten in den Assimilationszellen von *Selaginella Martensii* Spring. Erklärung auf S. 451.

Tafel XXI zu **W. Zopf**, Biologische und morphologische Beobachtungen an Flechten. Erklärung auf S. 504.

Verzeichnis der Holzschnitte und Textfiguren.

Seite

Hans Molisch, Heliotropismus indirekt hervorgerufen durch Radium. Positiver Heliotropismus von Wickenkeimlingen 5

Julius Winkler, Regenerative Sprossbildung an den Ranken, Blättern und Internodien von *Passiflora*. 46

Julius Wiesner, Frostlaubfall und Mechanik der Blattablösung. 52

F. Brand, Spaltkörper und Konkavzellen der Cyanophyceen. Fig. 1—8 . . . 64

Max Lewin, Atmung ruhender Samen unter Druck 101

Seite
W. Zopf, Vielkernigkeit grosser Flechtensporen 121
T. Krasnosselsky, Bildung der Atmungsenzyme in verletzten Pflanzen:
Fig. 1 146
Fig. 2 154
E. Tscherniajew, Einfluss der Temperatur auf die Atmung verletzter Pflanzen:
Fig. 1 209
Fig. 2 211
H. Conwentz, Die Fichte im norddeutschen Flachland:
Fig. 1. Harfenfichten 226
Fig. 2. Vom Winde geworfene und wieder aufgerichtete Fichte mit Senkerbildung 227
Fig. 3. Fichten mit stelzenartigen Wurzeln. 228
W. Palladin, Ursprung der während der Atmung ausgeschiedenen Kohlensäure 243
W. Wächter, Chemonastische Bewegungen der Blätter von *Callisia repens.*
Fig. 1 und 2 380
M. Möbius, Rhaphiden in Epidermiszellen. Schuppenhaar des Fruchtknotens von *Cocos nucifera* 486

Übersicht der Hefte.

Heft 1 (S. 1—60) ausgegeben am 23. Februar 1905.
Heft 2 (S. 61—98) ausgegeben am 23. März 1905.
Heft 3 (S. 99—162) ausgegeben am 27. April 1905.
Heft 4 (S. 163—202) ausgegeben am 25. Mai 1905.
Heft 5 (S. 203—234) ausgegeben am 28. Juni 1905.
Heft 6 (S. 235—256) ausgegeben am 24. Juli 1905.
Heft 7 (S. 257—346) ausgegeben am 24 August 1905.
Heft 8 (S. 347—418) ausgegeben am 22. November 1905.
Heft 9 (S. 419—478) ausgegeben am 28. Dezember 1905.
Heft 10 (S. 479—516) ausgegeben am 24. Januar 1906.
Generalversammlungsheft [S. (1)—(98)] ausgegeben am 23. Mai 1906.

Berichtigungen.

Seite 136 ist unter „Versuch II, 1“ in der letzten Kolumne rechts die Zahl —42,7 zu ersetzen durch 42,9.
„ 137 ist unter „Versuch IV“ in der letzten Kolumne rechts die letzte Zahl 2,96 durch 29,6 zu ersetzen.
„ 312 setze in Zeile 4 der Erklärung von Fig. 1 „auf dem linken Keimblatt“ statt „auf dem rechten Keimblatt“.
Ebenda ist in der Erklärung von Fig. 3 das Wort „tetrarche“ durch „triarche“ zu ersetzen.
„ 390, Zeile 18 von oben lies „Chlorenchymschichten“ statt „Collenchymschichten“.
„ 396, „ 10 von unten lies „16 pCt.“ statt „12 pCt.“
„ 434, „ 11 von oben lies „assimiliert worden“ statt „assimilierbar geworden“.
„ 436, „ 11 von oben lies „0,05“ statt „0,25“.
„ 439, „ 19 von oben lies „milchsaurem Kali“ statt „essigsaurem Kali“.
„ 457 muss in Tabelle 4, Spalte 10. Juli, die zweite Zahl von oben „5“ statt „6“ heissen und auf der gleichen Seite in der Mitte „B. Enkel der weiblichen Pflanzen von 1903“ statt „Kinder“.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.

Da der Vorsitzende der wissenschaftlichen Sitzungen im Jahre 1906, Herr Geheimrat **Engler,** in den ersten Tagen des Mai von seiner Reise zurückerwartet wird, werden die Herren Autoren ersucht, alle wissenschaftlichen Zusendungen **unter genauer Angabe der Adresse des Absenders,** fortan an denselben, **Steglitz bei Berlin, Neuer botanischer Garten,** zu richten.

Die wissenschaftlichen Sitzungen finden mit Ausnahme der Monate August und September am letzten Freitag jeden Monats Abends 7 Uhr statt.

☞ Sämtliche Mitteilungen für die Berichte müssen spätestens **acht Tage vor der Sitzung,** für welche sie bestimmt sind, dem Vorsitzenden **vollständig druckreif** im Manuskript — **die Tafeln genau im Format** (12/18 *cm*) — eingereicht werden. **Die Mitteilungen sollen der Regel nach den Umfang von 8 Druckseiten nicht überschreiten.** (Reglement § 19.) Die Aufnahme von Mitteilungen, welche in unrichtigem Deutsch abgefasst sind, muss wegen der daraus entstehenden Unzuträglichkeiten beanstandet werden. Die Beanstandung betrifft auch Arbeiten, welche Diagnosen in fehlerhaftem Latein enthalten. Es wird gebeten, im Manuskript nur eine Seite zu beschreiben und am Kopfe desselben die Anzahl der gewünschten Sonderabdrücke anzugeben.

Die Verantwortlichkeit für ihre Mitteilungen tragen die Verfasser selbst.

Alle auf die Veröffentlichung der Berichte bezüglichen Schriftstücke, Korrekturen usw. sind zu senden an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II. Ein unmittelbarer Verkehr zwischen den Autoren und der Druckerei findet nicht statt.

Vorstand und Kommissionen der Gesellschaft für das Jahr 1906.

Für die Generalversammlung: Schwendener, Präsident; Haberlandt, Stellvertreter.

Für die wissenschaftlichen Sitzungen in Berlin: Engler, Vorsitzender; Kny, erster Stellvertreter, Wittmack, zweiter Stellvertreter; O. Reinhardt, erster Schriftführer, Köhne, zweiter Schriftführer, Lindau, dritter Schriftführer.

Schatzmeister: O. Müller.

Redaktions-Kommission: A. Engler, O. Reinhardt, Köhne, Lindau, Ascherson, Kolkwitz, Gilg.

Geschäftsführender Sekretär: C. Müller.

Alle Geldsendungen, sowie die auf das Bezahlen der Jahresbeiträge bezüglichen Schriftstücke, werden franko „An die Kur- und Neumärkische Darlehnskasse für die Deutsche Botanische Gesellschaft, Berlin W. 8, Wilhelmplatz 6“, erbeten. Der Beitrag beträgt **für ordentliche Berliner Mitglieder Mk. 20, für auswärtige ordentliche Mk. 15, für alle ausserordentlichen Mitglieder Mk. 10.** Alle event. Reklamationen, die Versendung der Berichte und Sonderabdrücke betr., sind **innerhalb sechs Monate nach Abschluss des betreffenden Bandes** unmittelbar an die Verlagshandlung, Gebr. Borntraeger, Berlin SW. 11, Dessauerstr. 29, zu richten. Adressenänderungen sowie alle das Mitgliederverzeichnis betreffenden Berichtigungen oder sonstige geschäftliche Mitteilungen bittet man an Herrn Prof. Dr. C. Müller, Steglitz bei Berlin, Zimmermannstr. 15, II, zu senden.

Sonderabdrücke aus unseren Berichten

unterliegen folgenden Bestimmungen:

1. Jeder Autor erhält **50 Sonderabdrücke mit Umschlag broschiert kostenfrei** geliefert.
2. Für Mehrabzüge wird, sofern die Bestellung der Überzahl vor der letzten Korrektur erfolgt, die Berechnung nach folgendem Tarif durchgeführt:

1.	für jeden verwandten Bogen Papier zum Text	2 Pfennige
2.	für jede schwarze Tafel einfachen Formates .	5 „
3.	bei mehrfarbigen Tafeln für jede Farbe pro Tafel mehr	3 „
4.	bei Doppeltafeln pro Tafel mehr	2 „
5.	Buchbinderlohn für jeden Abdruck	1,35 „
6.	für jeden Umschlag	1,5 „
7.	für einen besonderen Titel auf dem Umschlage, falls ein solcher gewünscht wird	3 Mark.

Pfennige, welche durch 5 nicht teilbar sind, werden nach oben auf 5 abgerundet.

Verlag von Gebrüder Borntraeger in Berlin
SW 11 Dessauer Strasse 29

TABULAE BOTANICAE

unter Mitwirkung von

A. F. Blakeslee Cambridge (Mass.)
A. Guilliermond Lyon

redigiert von

E. Baur Berlin
E. Jahn Berlin

gezeichnet von

R. Ehrlich Berlin

Das Tafelwerk soll sich von früheren Unternehmungen ähnlicher Art vor allem in folgenden drei Punkten unterscheiden:

1. *Sollen die Bilder alle so gross sein, dass auch in den grössten Hörsälen die Einzelheiten noch genügend erkennbar sind.*
2. *Werden nach Möglichkeit nicht Kopien aus Arbeiten früherer Autoren gegeben, sondern jede Tafel soll von einem Spezialforscher, der mit dem betreffenden Gebiete völlig vertraut ist, bearbeitet werden.*
3. *Die Ausführung der Zeichnungen, vor allem der Habitusbilder, soll in die Hand eines geübten Künstlers gelegt werden, der unter der Leitung des jeweiligen Spezialredakteurs nach der Natur oder nach den Präparaten zeichnet.*

Ausser den Herausgebern werden sich noch eine grosse Zahl anderer Botaniker an dem Werke beteiligen.

Die Tafeln sollen die gesamte Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Pflanzen umfassen; besonders sollen auch die niederen Pflanzen etwas mehr berücksichtigt werden, als in früheren derartigen Werken.

Weitere Einzelheiten — Grösse der Tafeln, Preis, Erscheinungsweise etc. — ergiebt der diesem Heft beiliegende ausführliche Prospekt.

Diesem Hefte liegen ferner bei:

Prospekt von **Eduard Kummer in Leipzig** betr. **„Rabenhorst, Kryptogamenflora".**

Prospekt von **Gebrüder Borntraeger in Berlin** betr. **„Conwentz, Heimatkunde in der Schule". Zweite Auflage.**

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.